

第3回 再生可能エネルギー等の熱利用に関する研究会

議事次第

1. 日時：平成22年11月4日（木）13：00～16：00

2. 場所：経済産業省別館5階 526共用会議室

3. 議事：

（1）開会

（2）議題

①各再生可能熱等のヒアリング先からの意見説明

1) 河川熱・下水熱

（社）日本熱供給事業協会

2) 燃料電池

燃料電池実用化推進協議会

3) 需要家

KES（産業用・業務用を中心とした設備・エネルギーのコンサルティング）

4) 計量

（株）山武 アドバンスオートメーションカンパニー

②その他

（4）閉会

第3回再生可能エネルギー等の熱利用に関する研究会  
配付資料一覧

座席表  
議事次第

- 資料 1 配付資料一覧
- 資料 2 委員名簿
- 資料 3 第2回再生可能エネルギー等の熱利用に関する研究会議事要旨
- 資料 4 河川熱・下水熱 ((社) 日本熱供給事業協会)
- 資料 5 燃料電池 (燃料電池実用化推進協議会)
- 資料 6 需要家 (KES)
- 資料 7 計量 ((株) 山武 アドバンスオートメーションカンパニー)
- 資料 8 研究会スケジュール (案)
- 参考資料 バイオマスの熱利用 (追加資料)

再生可能エネルギー等の熱利用に関する研究会

委員名簿

(五十音順、敬称略)

- 秋澤 淳 東京農工大学 大学院工学研究院 先端機械システム部門 教授
- 秋元 孝之 芝浦工業大学 工学部建築工学科 教授
- 小笠原 潤一 財団法人日本エネルギー経済研究所 電力グループグループ・リーダー
- 柏木 孝夫 東京工業大学 統合研究院 教授
- 神本 正行 弘前大学 北日本新エネルギー研究センター センター長 教授
- 長谷川 実 電気事業連合会 省エネルギーシステム検討委員会 副委員長
- 平野 聡 産業技術総合研究所 エネルギー技術研究部門  
熱・流体システムグループ グループ長
- 坊垣 和明 東京都市大学都市生活学部 教授
- 村木 茂 日本ガス体エネルギー普及促進協議会 会長
- 安井 至 独立行政法人製品評価技術基盤機構 理事長

以上、10名

## 再生可能エネルギー等の熱利用に関する研究会(第2回) 議事要旨

1. 日時:平成22年10月18日(月)14:00~17:00
2. 場所:経済産業省別館11階第1120共用会議室
3. 出席委員:柏木委員、神本委員、長谷川委員、平野委員、坊垣委員、村木委員、安井委員、小笠原委員

## 4. 議題:

## (1)各再生可能熱等のヒアリング先からの意見説明

- ①太陽熱 :ソーラーエネルギー利用推進フォーラム「我が国における太陽熱利用の現状と課題」
- ②バイオマス :社団法人日本有機資源協会「バイオマスの熱利用」
- ③バイオマス :バイオガス事業推進協議会「バイオガスプラントの熱利用」
- ④雪氷熱 :財団法人雪だるま財団「雪氷冷熱エネルギー」

## (2)その他

## 5. 議事概要:

## (1)ヒアリング先からの普及状況、導入可能量などの概要に加え、普及阻害要因、需給市場動向、経済性評価、規制緩和・強化要望等について説明。

- ①太陽熱 :ソーラーエネルギー利用推進フォーラム(説明者:中上氏)
- ②バイオマス :社団法人日本有機資源協会(説明者:今井氏、菅原氏)
- ③バイオマス :バイオガス事業推進協議会(説明者:小川氏、岡庭氏、大谷氏)
- ④雪氷熱 :財団法人雪だるま財団(説明者:伊藤氏)

## (2)個別説明後の質疑応答。

## (3)全体を通じての質疑応答。

\*\*\*\*\*

## (1)ソーラーエネルギー利用推進フォーラム

## ● 説明者(中上氏)による説明後、各委員との質疑応答。

## 平野委員

- コスト回収試算(p25)の前提として、利用熱源を全て太陽熱に依存するということか。

## 中上氏

- ガス等の既存の熱源と太陽熱との組み合わせによって試算している。給湯用の支出は年間6万円程度。太陽熱システムの導入により年間2万円、支出の1/3程度の節約が図れる。

## 平野委員

- ガス給湯器28万円の費用が不要になるということか。

## 中上氏

- 給湯器の費用はイニシャルコストに含まれている。

## 平野委員

- 太陽光と太陽熱でメンテナンス費用の扱いが異なっているが、太陽熱にもメンテナンス

費用を計上すべきでないか。

中上氏

- 太陽光においても、パネルのメンテナンス費用は含まれているが、インバータのメンテナンス費用は含まれていない。太陽熱、特にソーラーシステム方式は経年劣化しているものが少ないため、どの程度の頻度でメンテナンスを行うべきかが不明である。今後の検討課題でもある。

神本委員

- 日本で普及させるということもあるかと思うが、海外に目を向けた場合、温暖な国においても暖房需要はないが、熱需要が多いケースがある。業務用を含めて、海外でどう展開していくか、フォーラムではどのように考えているか。

中上氏

- 海外展開においては東南アジア等を視野に入れているが、まずは国内市場を固めることを念頭においている。

長谷川委員

- 強制循環型(ソーラーシステム方式)を推進したいとのことだが、強制循環型は自然循環型に比べて再生可能熱量は増えるかもしれないが、循環ポンプ動力等が必要であるため、これらを考慮した全体の経済性・環境性の評価を実施した例はあるか。

中上氏

- フォーラムでの検討課題である。集合住宅等ではベランダに設置し、補機を併設した太陽光発電で賄うというパターンもある。戸建はこれから検討していくことになるが、動力はそれほど大きな比率にはならないと思う。

小笠原委員

- 国の支援 24 万円が必要(p25)とのことだが、補助金による支援を継続的に受けることは難しい。ある程度支援を受ければ、企業によるコスト削減等により支援が不要になるという絵姿を見せる必要があると思うが、技術革新等により製造コストを低減できる見通しはあるか。

中上氏

- 太陽光の技術革新は終わっており、また太陽熱も今後大きな技術革新はないと考えているが、循環・蓄熱システムなどは更なる開発要素があり、そういった面での支援は必要かと思う。
- 普及ということ念頭においた場合、太陽光と同じく補助金が存在してもいいのではないかと考える。将来的には量産化によりコスト削減を図り、補助金が存在しなくても普及していく方向にもっていきたい。価格低減等の見通しは、今後のフォーラムの検討課題の一つでもあるので、フォーラムの中で引き続き検討していきたい。

神本委員

- 先ほど太陽光を導入している家庭の 6 割程度が太陽熱も導入したいと考えているとのことであった。オール電化の家庭もあるかと思うが、6 割の内訳は判明しているのか。オール電化でも太陽熱を導入したい希望があるか等。

中上氏

- 6 割の内訳は不明だが、オール電化の家庭であっても太陽熱導入の希望がある。

村木委員

- コストダウンを織り込んでいく必要がある。熱証書と国の支援で 40 万円程度の支援が

必要とのことだが、普及台数が増えれば製造コストを半分位に低減することが可能と考える。

- 太陽光発電の重量が 300kg程度と比べ、太陽熱の強制循環型は 100kg程度である。既築の場合は荷重に対する強度の問題が非常に大きいので、既築を含めた新エネルギー導入を進めていくには太陽熱は非常に効果的であると思う。
- 太陽光を導入している方に太陽熱も導入したい希望があるとのことだが、既に米国では太陽光と太陽熱のハイブリット式が発売されている。水循環ではなく、空気循環の採用により、パネルの温度上昇を防ぐことで太陽光発電の効率も向上し、トータルでの効率向上に寄与している。今後はこのように総合的に太陽エネルギーを活用することが重要なテーマではないかと思う。

中上氏

- 一般家庭のエネルギーの使われ方のうち、単独の用途では給湯ニーズが圧倒的に多い。暖房冷房に対する住宅の省エネ規制を含めて検討が進められているが、それよりも更に大きなエネルギーである給湯のエネルギー削減、新エネルギーを利用することが必要であるので、この分野の太陽熱の活性化をお願いしたい。

## (2) 社団法人日本有機資源協会 (JORA)

- 説明者(今井氏、菅原氏)による説明後、各委員との質疑応答。

柏木委員

- 普及阻害要因(p48)について、原料のところで廃棄物系バイオマス取扱規制法規制、融合利用する場合の関係省庁間の調整について詳しく教えてほしい。
- 地産地消は誰がメインプレイヤーになると促進できるのか。

今井氏

- 食品リサイクル法等があるが、食品系廃棄物をリサイクル資源と位置づけており、利用推進の観点から重要。
- バイオマス利用の国の体制として、バイオマス・ニッポン総合戦略やバイオマス活用推進基本法制定等がある。また、1府6省庁の会議で行っているので体制は比較的うまく動いているが、一層の有機的な連携を期待。
- 地域で推進する上でバイオマスタウン構想が有効であり、取り仕切るのは市町村となる。市町村の中堅やトップクラスの理解を進めることが、バイオマス利用を進める上で重要。

安井委員

- 間伐材等のポテンシャルは大きい。利用可能量は本当に85%なのか。これが本当に利用可能なら最後に熱利用するのが主流なのか。

菅原氏

- 最初から熱をエネルギー源として利用することが主ではなく、製品、マテリアル利用といった何かに使った後の廃棄物をエネルギーとして利用するのが主流。間伐材、林地残材等は製品として使用可否を区分けしてから熱利用している。ただ、収集・運搬の課題があり、全量は集め切れない。山林の利活用・再生を含めて持続可能な木質バイオマスのあり方を考えながらの利用なのではと思う。

坊垣委員

- バイオマス全体で見ると、かなり使われている印象がある。全国に未利用バイオマスが少量ずつ偏在しており、上流から下流までの流れを整理する必要がある。また地域の人が未利用かどうかを判断できる仕組み作りが大切かと思う。

神本委員

- バイオマスの場合、熱量を定量的に示せるのか。

菅原氏

- 例えば、蒸気生産量・温水熱量を示すことは可能。ガス利用の場合、成分や熱量の判断は難しいかと思われる。また、熱風は温度と風量測定 of 計測器がコスト高であり、利用の形態によっては定量的に把握が困難なものもある。

小笠原委員

- 熱利用を推進する上で、重点的にどの課題に対して解決を図っていくかを後日事務局と整理させていただきたい。

### (3) バイオガス事業推進協議会

(説明者:小川氏、岡庭氏、大谷氏)による説明後、各委員との質疑応答。

神本委員

- 欧州と比較し家畜排せつのエネルギー利用が少ないとの説明があったが、先ほどの JORA の資料では「家畜排せつの 9 割程度はすでに使われている」とのことであった。エネルギー利用の割合は具体的にはどの程度か。

岡庭氏

- 8,700 万トンの排出量に対し、90%が堆肥として利用されている。国内の 66 施設は、エネルギー利用を目的としている。エネルギー利用の割合は非常に小さく、具体的なデータはないが、5%以下と推察。

坊垣委員

- 欧州と異なり、日本でバイオマス処理施設が住宅の近接地に建設されないのはなぜか。

小川氏

- バイオガスプラントのそもそもの設置目的が、熱利用ではなく家畜排せつの処理であることに起因する。欧州では液肥を撒くことで肥料として利用でき、余剰分は発電し、高値で売電することができるので、運転費を安価に抑え事業として成立させられる。

村木氏

- 下水処理場・清掃工場でメタン発酵し電気・熱の利用を促進とあるが(p15)、メタン発酵を行う必要があるのか。清掃工場では直接燃焼も考えられる。

小川氏

- 清掃工場では地域によってはメタン発酵を行っている。メタン発酵の方が CO2 排出量を抑えることができ、イニシャルコストも安い。下水処理場に廃棄物を持ち込み、ガス発生量を増やして発電することで、本来電力消費が大きい設備の購入電力を減らすことが可能。

平野氏

- 技術的課題に安価な熱量計が必要とあるが(p10)、具体的にはどのような計量を指すのか。

小川氏

- 蒸気や温水であれば計量できる。グリーン証書化するなどして売買することになれば取引メータとしての精度が求められる。

平野委員

- 蒸気や温水の取引の場合、日本では計量法に基づいた証明が求められるとのことだが、海外では熱の売買を民間に委ねているケースもある。

長谷川委員

- ガス導管注入を行う場合、ガス成分の分析精度が求められるが、発生したバイオガスを導管に注入する場合と、地産地消とする場合の経済性を比較した試算はあるか。

小川氏

- そうした試算は把握していない。ガス導管注入は高コストと認識しており、価格低減を含めて実証中である。

#### (4)財団法人雪だるま財団

(説明者:伊藤氏)による説明後、各委員との質疑応答。

村木委員

- 経済性評価において、イニシャルコストとランニングコストの割合が事例によって異なるのはなぜか。

伊藤氏

- 既存の建物を利用して貯雪設備を安価に導入可能な場合や、独立して貯雪設備を設置しなければならず高額となる場合があるため。

坊垣委員

- いずれにしてもイニシャルコストが高いが、低減させるための提案はあるか。

伊藤氏

- 構造体として貯蔵設備と併設するために高コストとなっている。貯蔵設備の構造をより簡便にシートやウッドチップで覆うなどし、ある程度の熱量のロス許容しつつ必要量を確保するというやり方もあり得ると考えており、現在実験中。市街地では大規模な構造物が必要であるため、高コストとなる。太陽熱でも貯湯にかかるコストが大きいことと同様に、雪氷利用においてもコストのおよそ7割が貯雪設備。

神本委員

- 耐用年数が21年として計算されているが、どのような根拠か。

伊藤氏

- 電気設備と躯体(貯雪設備)の平均を按分した数値。

安井委員

- 場所によっては副次的な便益(コベネフィット)が得られる場合もあるのではないか。

伊藤氏

- 副次的な便益の試算は具体的に行っていないが、排雪所を貯雪所とすれば、これまで雪を運搬し、排雪にかけていた費用を減らすことができる。また新潟のように大規模災害を経験した地域では災害への備え(冷水確保など)といった用途もある。

平野委員

- 雪氷エネルギー導入状況において冷蔵と冷房の違いは何か。

伊藤氏

- 冷蔵と冷房は、雪冷蔵と雪冷房に別れ、雪冷蔵は自然対流式、雪冷房は空気循環式、冷水循環式に分かれる。冷房は農産物貯蔵が多い

平野委員

- 資料の事例は負荷の小さい冷房とエアコンとの比較なので、チラー等の負荷が大きく、ニーズや実施例の多い冷蔵でのコスト比較はないのか。

伊藤氏

- 本日資料は手もとにないが、冷蔵農産物を貯蔵する施設の場合、雪貯蔵施設や農産物貯蔵施設も断熱するのでインシヤルコストは高くなる。農業施設の場合、熱負荷は小さいが、倉庫の分も断熱するということになるのでインシヤルコストは一般施設より多少高い。一方、防熱するのでその分熱ロスが減り、農業倉庫の方がランニングコストは安くなる。

## (5)全ての説明終了後、全体を通じて各委員との質疑応答。

村木委員

- 本日のヒアリングにより、それぞれポテンシャルが高いと感じた。太陽熱と雪氷熱はどの程度のインセンティブを与えればよいのか等がわかりやすい。バイオマスは種類が多岐に亘り、熱利用以前の問題として、林地残材の搬出方法等の問題もある。バイオマスは個別の整理が必要であり、熱利用としての方向性を打ち出しにくいように感じる。

神本委員

- コベネフィットの話が出たが、ひとつのポイントと考える。現在堆肥として有効利用されているものをエネルギー利用する場合には、堆肥を別途生産しなければならなくなるといった問題も考えられる。

小川氏

- バイオマスは、バイオガスの回収というエネルギー利用と同時に堆肥を生産することが可能。現在、家畜排せつ物のうち固形分は利用度が高いが、液体分の排水処理にコストがかかり、液肥として利用することも考えられる。現在利用されているものの中身をよく見直すことが重要。

坊垣委員

- これまでのところバイオマスは多目的且つ限定的な利用となっている。複合的で効果的な利用のあり方があるのではないか。
- 共通して熱の証書化を求める意見があった。熱源毎に測定ポイントが異なるとしても、計量方法としては共通なので、統一的な検討が必要と考える。

平野委員

- 熱を計測する上で、計量法の問題がある。発熱量の計測(上流)は計量法の範疇外となり、民間に任せることとなった<sup>1</sup>。下流(発生熱量の計測)でも別な切り口が必要ではないか。

安永省エネ新エネ部制度審議室長

---

<sup>1</sup> ガスの熱量の証明に用いられていたユンケルス式流水型熱量計が特定計量器の対象外となった(財団法人日本エネルギー経済研究所調べ)。

- JORA の説明 (p48) で省庁間の調整について言及があったが、実際に熱を利用する際の実情について別途お話を伺いたい。
- 熱の計測については、計量法上の運用が難しいということ、それ以前に計測が困難ということに分けて考える必要がある。
- 雪氷熱については、雪捨て場を貯雪・利用サイトとして利用するなど、工場誘致と組み合わせることで成功事例を増やせるのではないかと。

村木委員

- 地域の資源を活用するためにネットワーク化することで促進できるといったアイデアはあるか、要望を伺いたい。

菅原氏

- 熱におけるスマートグリッド化のような、地域特性に適した検討が必要と考える。

中上氏

- コベネフィットは、非エネルギー便益 (non-energy benefit) という呼称もあり、統一して欲しい。
- スマートグリッド化の注目度は高いが、計量面の整備なしではあり得ない。手間が重複しないよう標準化が必要。
- 再生可能エネルギー熱でも、原材料費、処理費用が発生する場合としない場合といった違いがあり、分類毎の検討が必要。

小川氏

- バイオガスプラントは廃棄物処理が第一の目的だが、廃棄物処理を通じて発電し、さらに熱回収が可能。発電・熱回収を行うことで副次的収入が得られれば、更に利用が促進されると考えられる。バイオガスプラントは、廃棄物処理、エネルギー利用のほかに肥料が製造でき“一石三鳥”である。

(総括)

小笠原委員

- 本日のヒアリングから、原材料費、処理費用の有無等から、政策のポイントを切り分ける必要があると感じている。今後も情報提供をお願いすることがあると思うが、ご協力をお願いしたい。

以 上

再生可能エネルギー等の熱利用に関する研究会  
ヒアリング資料

熱供給事業における  
河川水熱および下水熱利用について

2010年11月4日



社団法人 日本熱供給事業協会  
The Japan Heat Service Utilities Association

# 1. 全国の熱供給事業

## ■ 地域別事業者数・区域数

地 域	事業者数	区域数	供給区域面積 千m <sup>2</sup>	供給延床面積 千m <sup>2</sup>
北海道	10	12	6,583	3,640
東北・関東	52	89	19,957	34,221
中 部	8	12	5,433	2,386
近畿・中国・四国	12	27	9,496	6,474
九 州	5	8	2,163	1,774
合 計	87	148	43,631	48,494

※出典：熱供給事業便覧 平成21年版

## 2. 未利用エネルギーの活用状況

### ■ 未利用エネルギーを活用している区域数（37地区）

未利用エネルギー	導入熱供給区域	区域数
河川水	箱崎、富山駅北、中之島三丁目、天満橋一丁目	4
下水・下水処理水・中水	盛岡駅西口、後楽一丁目（下水：2地区） 幕張新都心・ハイテクビジネス地区（下水処理水：1地区） 千葉問屋町、高松市番町、下川端再開発（中水：3地区）	6
海水	中部国際空港島、大阪南港コスモスクエア、サンポート高松、シーサイドもち	4
地下水	高崎市中央・城址、高松市番町	2
ごみ焼却・工場排熱	札幌市真駒内、いわき市小名浜、日立駅前、千葉ニュータウン都心、東京臨海副都心 光が丘団地、品川八潮団地、大阪市森之宮	8
地下鉄排熱	新宿南口西	1
変電所・変圧器排熱	盛岡駅西口、新川、宇都宮市中央、中之島三丁目、りんくうタウン、西鉄福岡駅再開発	6
廃棄物・再生油	札幌市厚別、北広島団地、北海道花畔団地	3
木質バイオマス	札幌市都心	1
発電所抽気	和歌山マリーナシティ、西郷	2

※出典：熱供給事業便覧 平成21年版（4地区重複あり）

# 3. ポテンシャル

## ■ 日本の河川水熱および下水熱のポテンシャル

< 河川水 > 全国の熱供給事業における販売熱量の57倍に相当

< 下水 > 全国の熱供給事業における販売熱量の8倍に相当

未利用エネルギー	全国の賦存量	全国の活用可能量 TJ/年	熱供給事業での利用実績 TJ/年
河川水	6,297,806 (原油換算 16,486万kL)	1,299,484 (原油換算 3,402万kL)	227 (原油換算 0.6万kL)
下水・下水処理水	274,891 (原油換算 720万kL)	189,358 (原油換算 496万kL)	378 (原油換算 1.0万kL)

【 賦存量および活用可能量算定の考え方 】

河川水：一級河川系を対象に温度差5℃で算定

下水・下水処理水：下水処理場の処理水量を対象に温度差5℃で算定

【 全国の熱供給事業における販売熱量（平成21年度実績） 】

22,996TJ/年

※出典：新エネルギー・産業技術総合開発機構『NEDO再生可能エネルギー技術白書の概要』（平成22年7月）

（資源エネルギー庁『平成16年度新エネルギー等導入促進基礎調査[未利用熱エネルギー導入基盤整備調査]』（平成17年3月））



# 4. 河川水熱利用事例

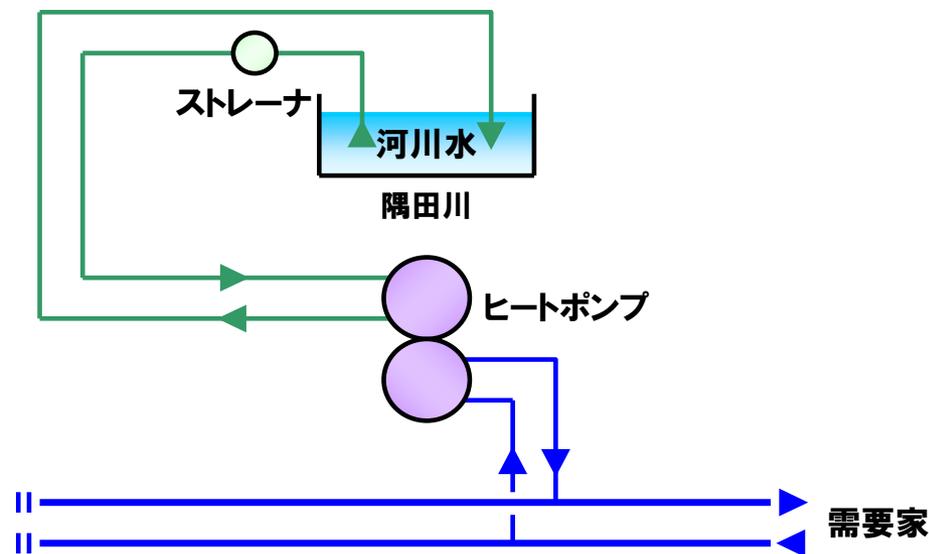
## ■ 箱崎地区熱供給センター

- ・ 日本で初めて河川水熱を利用した熱供給プラント
- ・ 隅田川の豊富な河川水を熱源として水熱源ヒートポンプを運転
- ・ オフィスビルや高層住宅等に冷温熱を供給



事業許可	昭和62年12月21日
供給開始	平成1年4月15日
供給区域	東京都中央区日本橋箱崎1番ほか
区域面積	25.4ha H21.4.1現在
述床面積	278,450m <sup>2</sup> H21.4.1現在
供給建物	オフィスビル、住宅ほか

【 システムの概念図 】



# 5. 下水熱利用事例

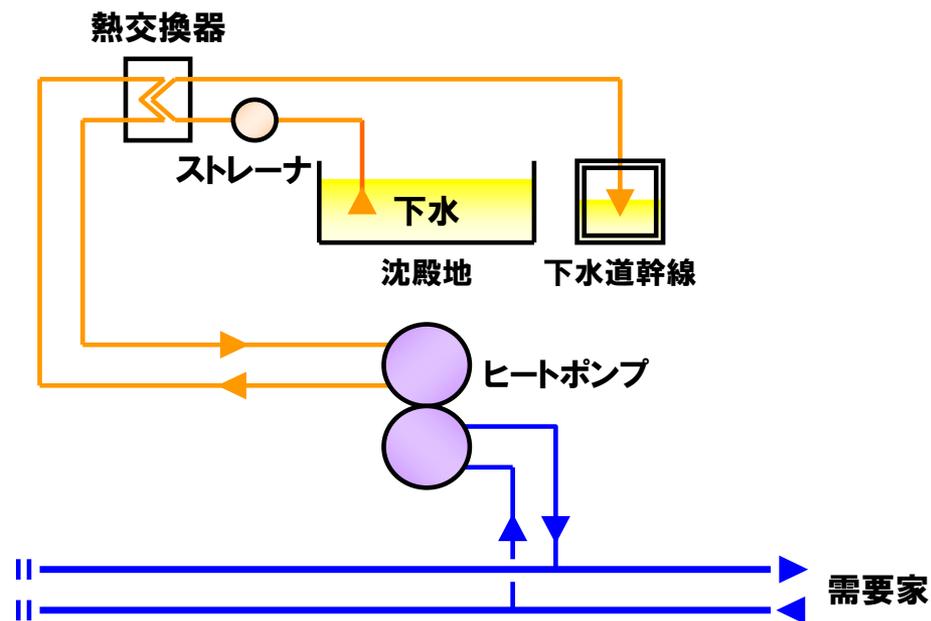
## ■ 後楽一丁目地区熱供給センター

- ・ 日本で初めての未処理下水熱を利用した熱供給プラント
- ・ 未処理下水を熱源として水熱源ヒートポンプを運転
- ・ 水道橋駅に隣接する業務商業地区に冷温熱を供給



事業許可	平成4年11月11日
供給開始	平成6年7月1日
供給区域	東京都文京区後楽一丁目
区域面積	21.6ha H20.3.31現在
述床面積	294,800m2 H20.3.31現在
供給建物	娯楽施設、業務施設、ホテルなど

【 システムの概念図 】



## 6. 技術的課題

### (1) 接水部の腐食対策

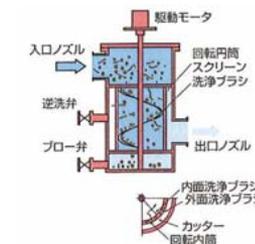
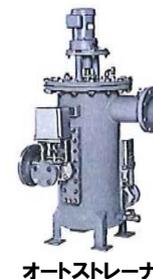
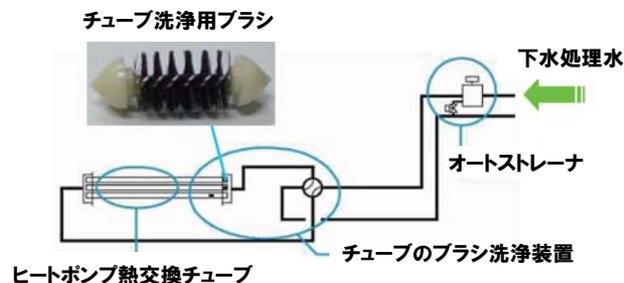
現状は、熱交換器に防食材質(チタン)、配管に防食コーティング(ガラスエポキシライニング)管を使用

### (2) 夾雑物対策

現状は、生物、スライム、浮遊物等の付着による伝熱性能の低下や熱交換器の閉塞を防止するため、自動付着防止装置(チューブ洗浄ブラシ、ストレーナ等)を設置

### (3) 未処理下水の熱交換器対策

上記(1)~(3)において、より高度・安価な対策が必要



# 7. 普及阻害要因

## (1) 立地面

熱供給センターが河川や下水本管(処理場)の近くでなければならぬ

## (2) 経済面

取水設備、引込配管、防食材質を用いた設備、夾雑物対策設備等によるコスト増

## (3) 管理面

腐食対策や夾雑物対策など、設備管理の手間が増大

## (4) 制度面(河川法、下水道法)

当初は、ヒートポンプの熱源として利用することが想定されていなかったため、利用に関しての条件や基準等について、統一された明確な規定がない

# 8. 需要、市場動向

## ■ 地域冷暖房

河川水や下水処理水を熱供給センターまで配管にて引き込み、ヒートポンプの熱源として利用

## ■ 個別冷暖房

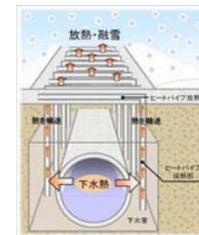
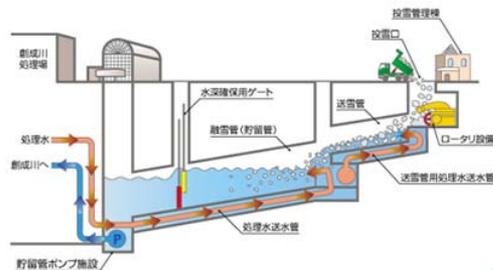
下水処理場内(全国多数)、下水ポンプ場内、河川・下水処理場に隣接するビルの空調用熱源として利用

例) 河川隣接: 横浜スマートシティプロジェクト(検討中)

下水処理場隣接: ソニーシティ

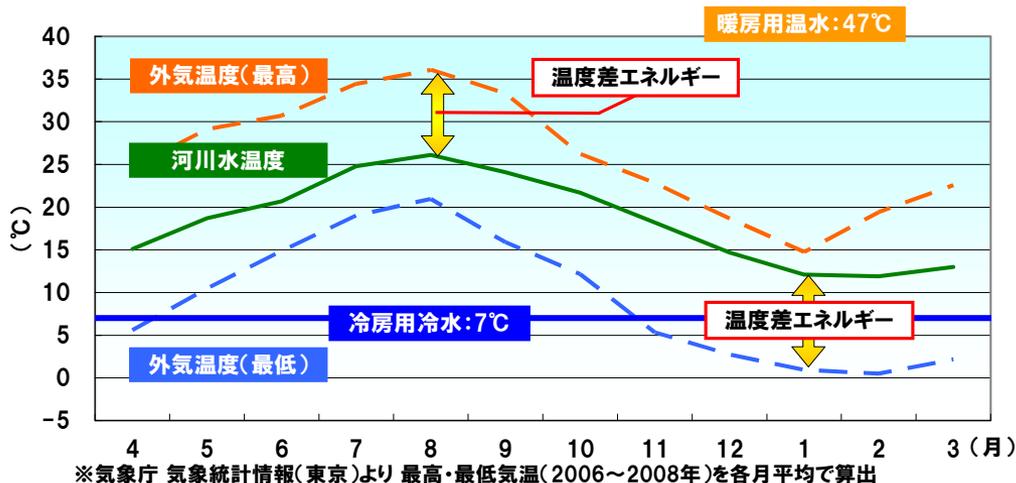
## ■ 融雪設備

北海道・東北地方等では、下水熱を利用して融雪管内や路面上の雪を溶かしている

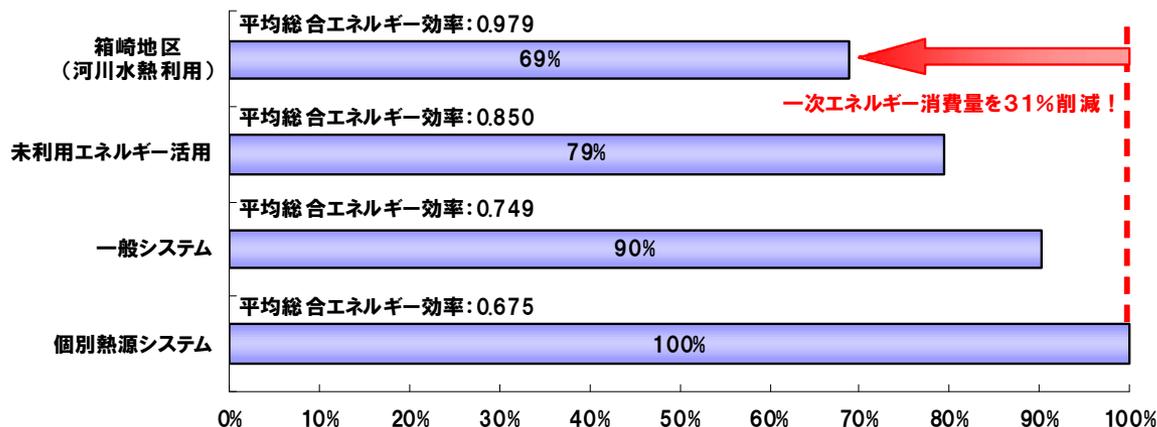


# 9. 経済性評価（河川水熱利用：箱崎地区）

## ■ 河川水温度と外気温度との比較



## ■ 省エネルギー効果



※出典:経済産業省エネルギー庁『未利用エネルギー面的活用熱供給の実態と次世代に向けた方向性』(平成20年3月)  
 ※箱崎地区は平成21年度の実績値を使用

### 特長

河川水温度は外気温度に比べて  
『夏場は低く、冬場は高い』



### 効果

製造する温度との温度差が小さい分  
『省エネルギー』

上水を使用する割合が減る分  
『節水』



### 経済性 + 環境性

#### 【経済性】

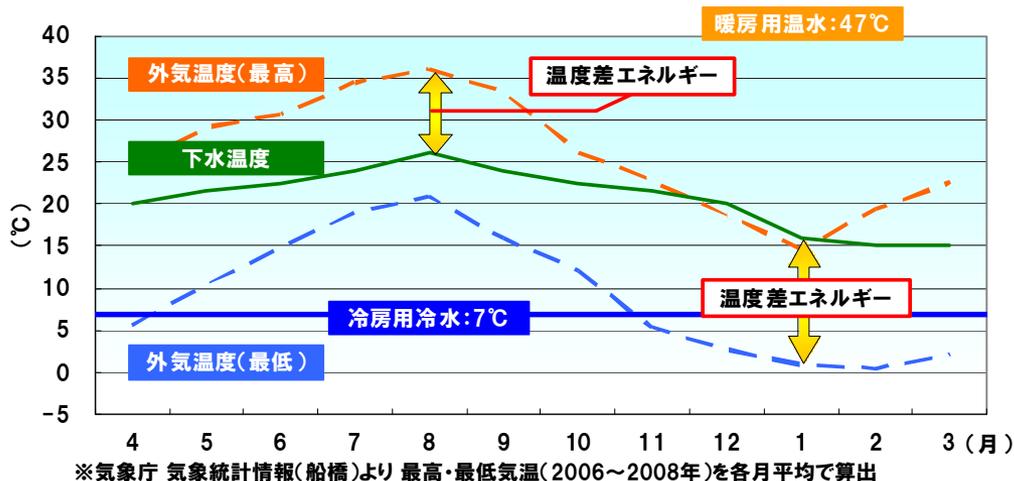
一般システムに比べて  
イニシャルコスト:約2割程度高い  
ランニングコスト:約3割程度安い

#### 【環境性】

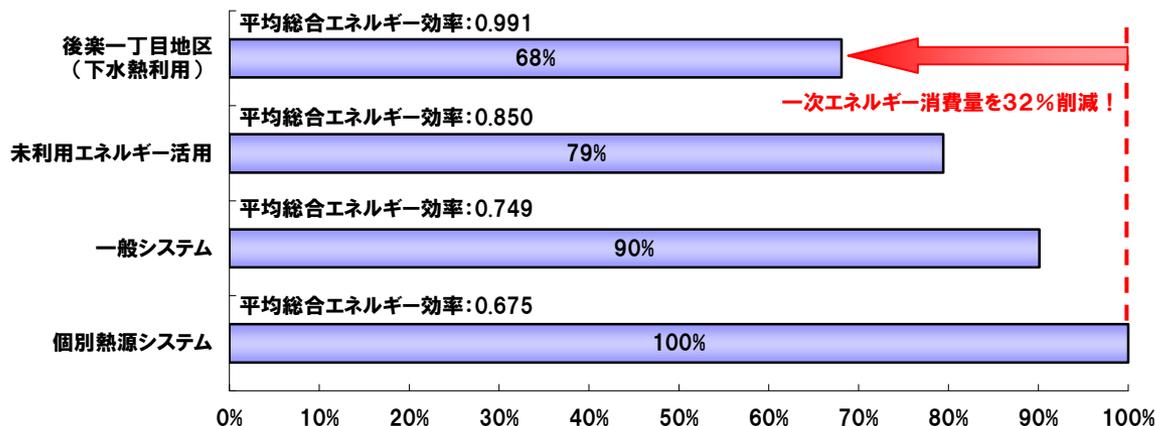
個別熱源システムに比べて  
約30%の省エネを実現

# 10. 経済性評価（下水熱利用：後楽一丁目地区）

## ■ 下水温度と外気温度との比較



## ■ 省エネルギー効果



※出典:経済産業省エネルギー庁(平成20年3月)『未利用エネルギー面的活用熱供給の実態と次世代に向けた方向性』

※後楽一丁目地区は平成21年度の実績値を使用

### 特長

下水温度は外気温度に比べて  
『夏場は低く、冬場は高い』

### 効果

製造する温度との温度差が小さい分  
『省エネルギー』

上水を使用する割合が減る分  
『節水』

### 経済性 + 環境性

#### 【経済性】

一般システムに比べて  
イニシャルコストは高いが、  
ランニングコストは安い

#### 【環境性】

個別熱源システムに比べて  
約30%の省エネを実現

# 1 1. 規制緩和・強化要望

## ■ コスト低減

- ➡ 補助制度の強化、新たな補助制度の設立  
(既存設備の更新・修繕等)

## ■ 技術開発

- ➡ 新技術開発のための支援措置  
(未処理下水で利用可能な熱交換器の開発等)

## ■ 法令運用基準の明確化等(ガイドラインの整備等)

- ➡
  - ・ 引込配管敷設時の基準(材質、貫通処置)
  - ・ 環境を配慮した排水温度や流量の基準
  - ・ 利用形態別の流水占用料設定  
(温度差利用についての減免措置)

## ■ 規制緩和

- ➡
  - ・ 申請から許可まで、手続きの一元化、簡素化・迅速化
  - ・ 下水熱利用における民間利用の緩和

# 燃料電池の熱利用

平成22年11月4日（木）

 燃料電池実用化推進協議会  
Fuel Cell Commercialization Conference of Japan

# 燃料電池実用化推進協議会(FCCJ)の概況 (平成22年10月1日現在)

- 目的 (燃料電池実用化戦略研究会の提言に基づき平成13年3月19日発足)
- 1) 我が国における燃料電池の実用化と普及に向けた課題解決のための具体的な検討
  - 2) 政策提言としてのとりまとめ、会員企業自ら課題解決への努力を通じた国の施策へ反映

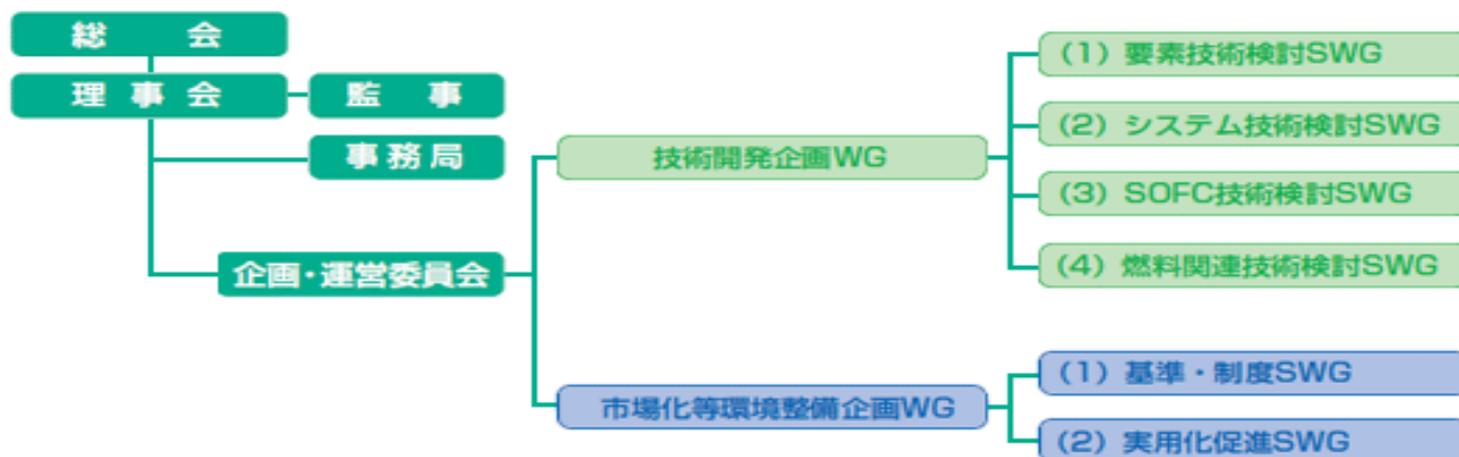
## ■主な活動

- 1) 国への政策提言
  - ・ 標準化・規制見直しに関する提案
  - ・ 実証試験の提案 (燃料電池自動車、水素ステーション、および定置用燃料電池の実用性を検証するためのプロジェクトの提案)
  - ・ 燃料電池導入シナリオの検討
  - ・ 燃料電池の技術開発ロードマップの作成
  - ・ 技術開発課題および実施体制に関する提案
- 2) 調査・研究活動
  - ・ 国内外の水素・燃料電池の研究開発動向調査
  - ・ 燃料電池の実証・普及状況の動向調査
- 3) 情報発信、相互交流

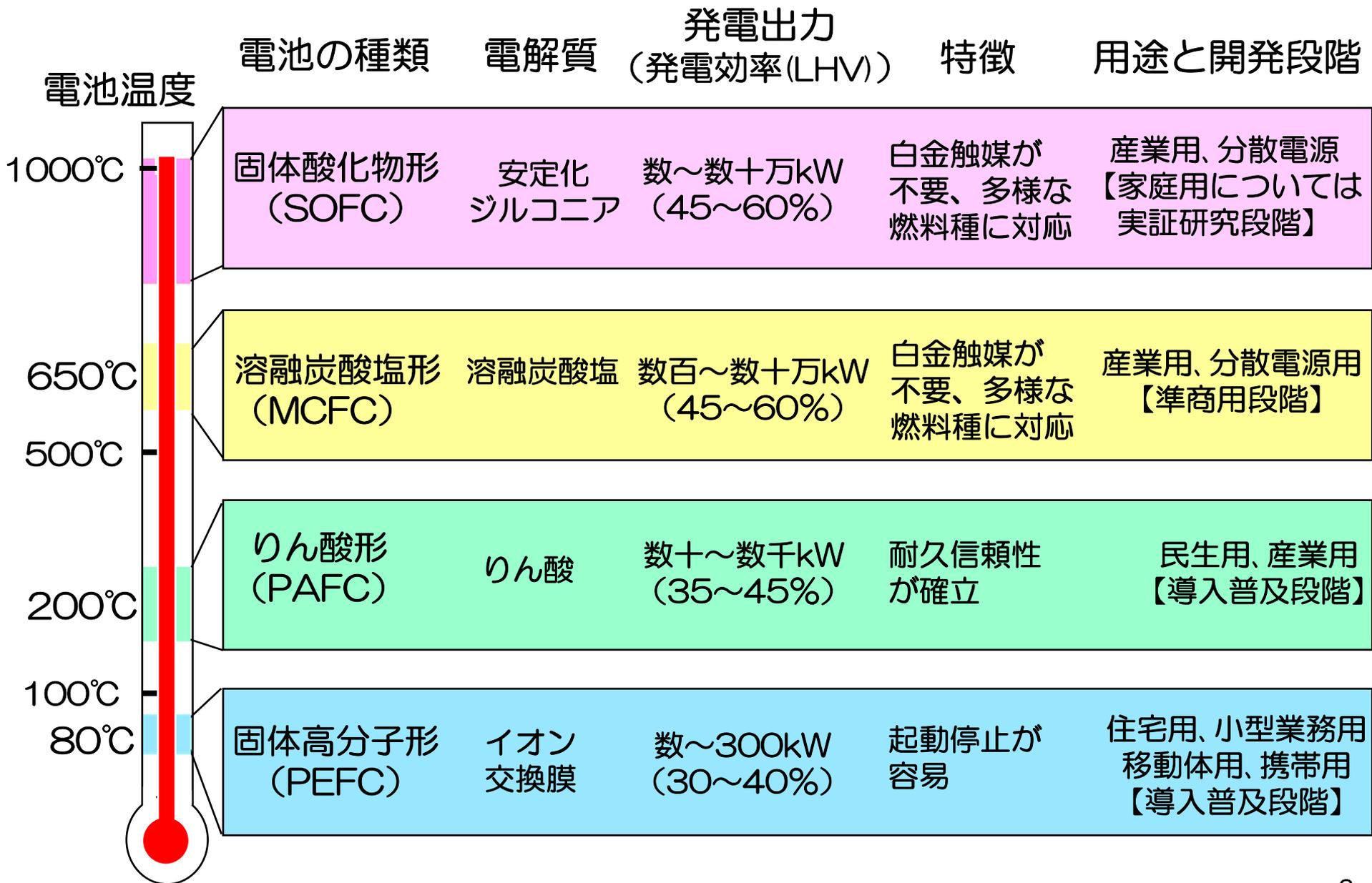
## ■会員

会員総数108社・団体・個人 (正会員68社、賛助会員25社、特別会員2個人・13団体)

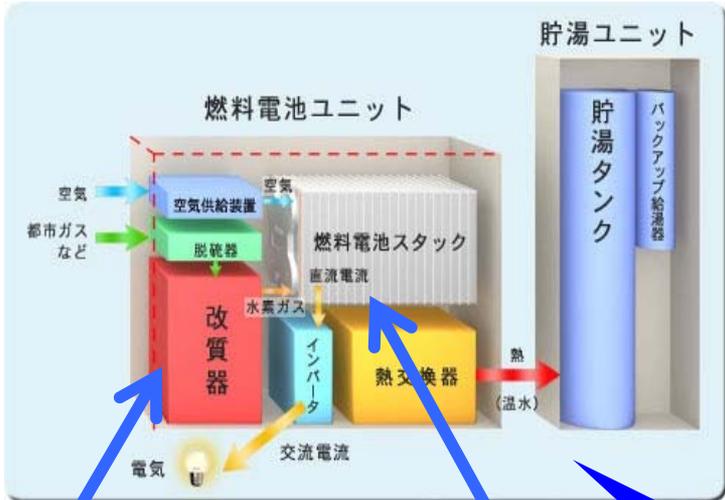
## ■推進体制



# 燃料電池の種類



# 燃料電池の熱利用 (1) 固体高分子形 (PEFC)



燃料（都市ガス、LPG、灯油）から水素を取り出す

水素と空気中の酸素との化学反応により電気とお湯を作る



家庭用燃料電池の商品統一名称

エネファームは、「エネルギー」と「ファーム＝農場」の造語



# 燃料電池の熱利用（2）

## 高温廃熱をタービン・蒸気で回収

◇ガスタービン複合発電による発電効率向上

NEDO-PJ 三菱重工 200kW級

コンバインドサイクルシステム

- ・ 加圧型SOFC+マイクロガスタービン
- ・ **発電効率52%-LHV**  
(SOFC単体より7pt程度の効率向上)

将来期待できる発電効率（LHV）

60%（20MW級）

70%（700MW級、+蒸気タービン）



# 固体酸化物形（SOFC）

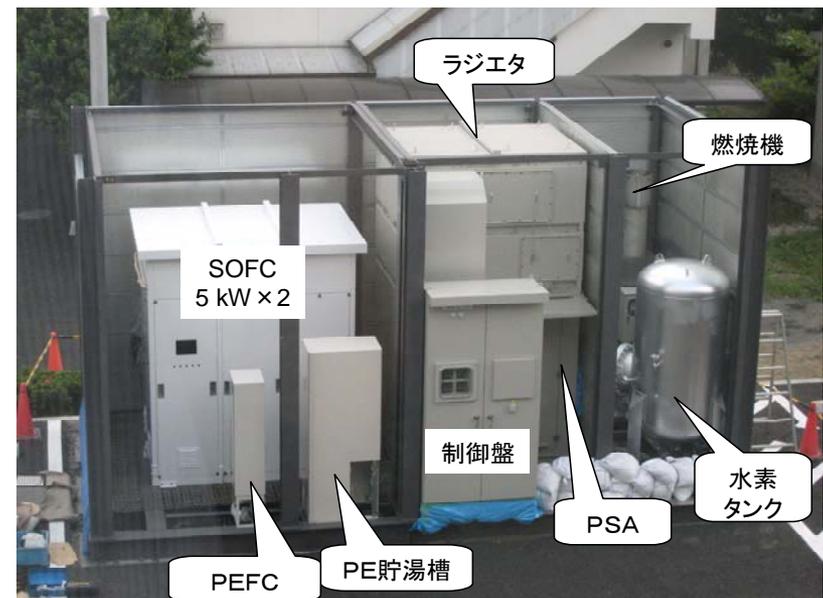
## 高温廃熱を化学エネルギーで回収

◇ハイブリッド発電による発電効率向上

東京工業大学・東京ガスによる原理実証

SOFC+PEFCハイブリッドシステム

- ・ 高温廃熱を**化学エネルギー**として回収  
 $\text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{廃熱} \rightarrow 4\text{H}_2 + \text{CO}_2$
- ・ 製造された水素を燃料として**PEFCで発電**
- ・ 10kW級、**発電効率56%-LHV**
- ・ SOFC単体より2割程度の効率向上が可能



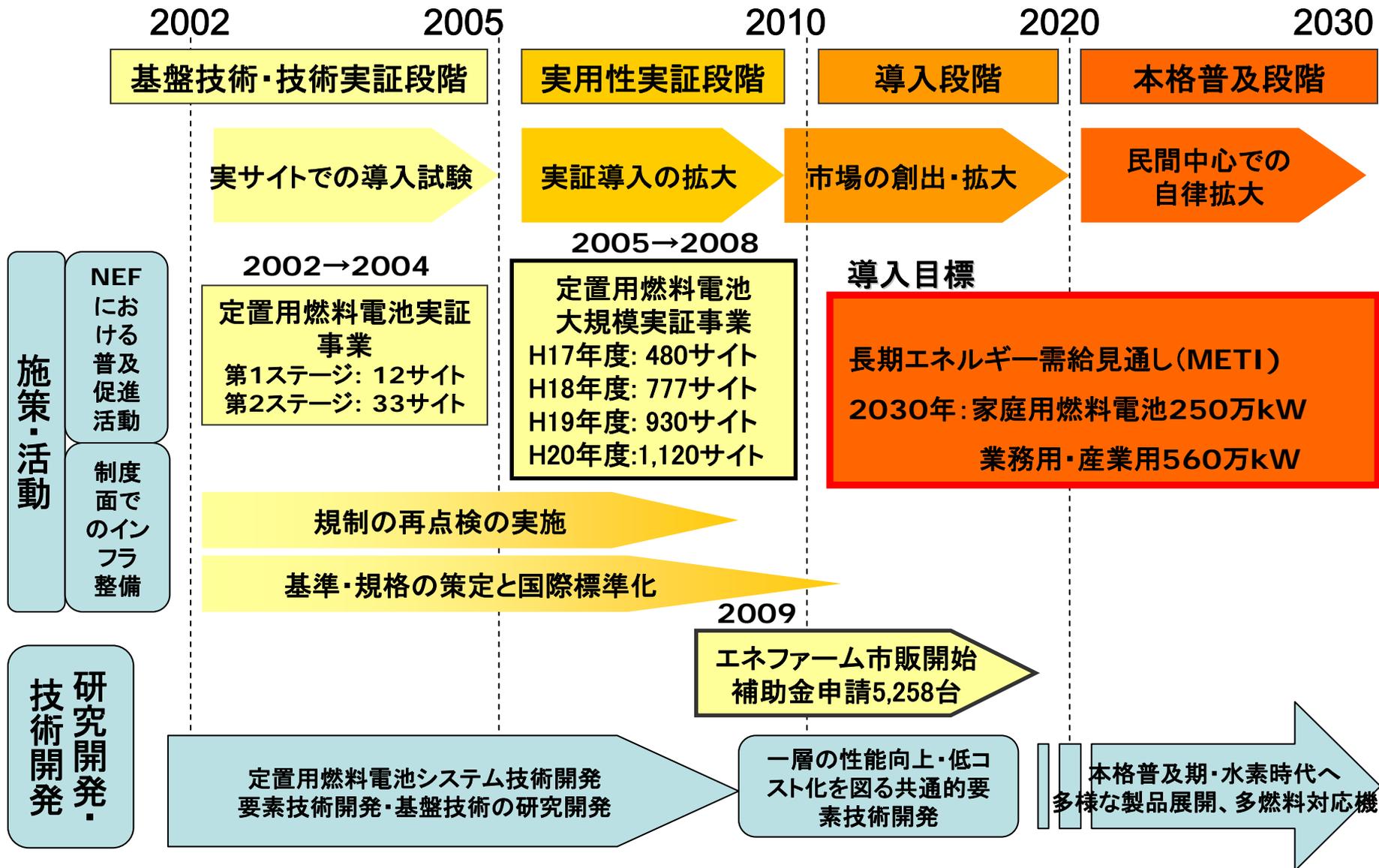
# エネファーム（PEFC）廃熱利用の価値

省エネ法におけるベースライン（電気の量を熱量に換算する場合に規定された需要端熱効率36.9%≒37%）を超えるエネルギー利用は、未利用廃熱の有効利用としての省エネ価値を有する。エネファームの場合は  $(33+47) - 37 = 43$



※HHV (高位発熱量) 基準により算出 ※出典: エネルギーの使用の合理化に関する法律

# 普及状況と導入可能量 (定置用燃料電池の導入シナリオ)



# 家庭用燃料電池エネファームの導入ポテンシャル

2030年の家庭用導入目標250万kW達成時のポテンシャル

一次エネルギー削減量 30.6 PJ/年  
 二酸化炭素排出削減効果 3,325 千t-CO2/年

算定根拠：平成20年度家庭用燃料電池実証事業の結果（年間平均：NG、LPG機、火力発電ベース）

一次エネルギー削減量  
 （トップ機種）

12,230MJ/年(23%削減)  
 灯油に置き換えると



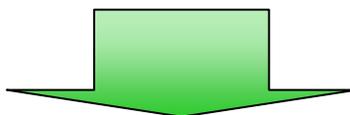
18リットル缶18.5個分のエネルギー節約



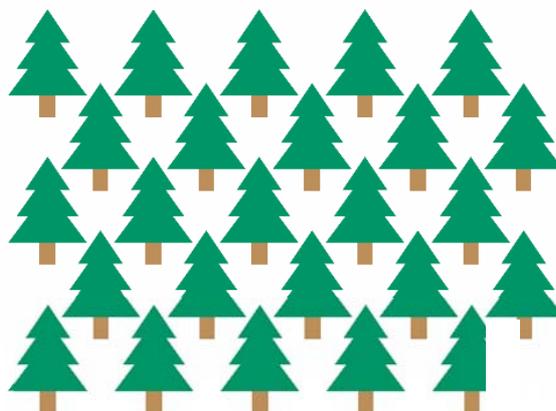
\* 灯油の発熱量 36.7MJ/ℓ

CO2削減量  
 （トップ機種）

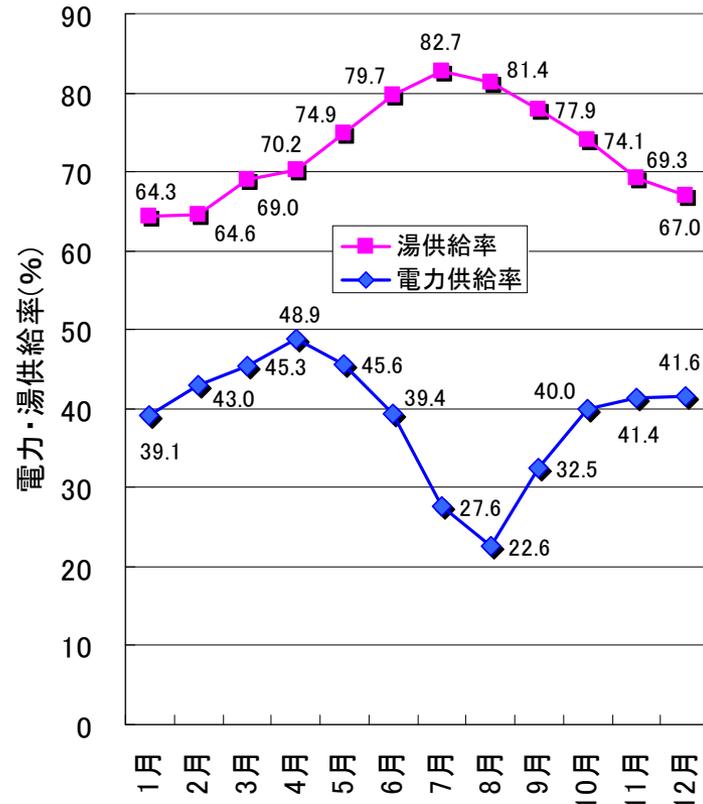
1,330kg-CO2/年(38%削減)  
 森林に置き換えると



約2,460m<sup>2</sup>の  
 森林が吸収する量に相当



\* 森林面積の計算 5.4ton-CO2/ha・年



# 技術的課題と普及阻害要因 (PEFC)

## 固体高分子形燃料電池(PEFC)ロードマップ (定置用燃料電池システム)

～世界最先端の、家庭での高効率発電・給湯システムを早期に実用化し、CO2削減へ貢献～

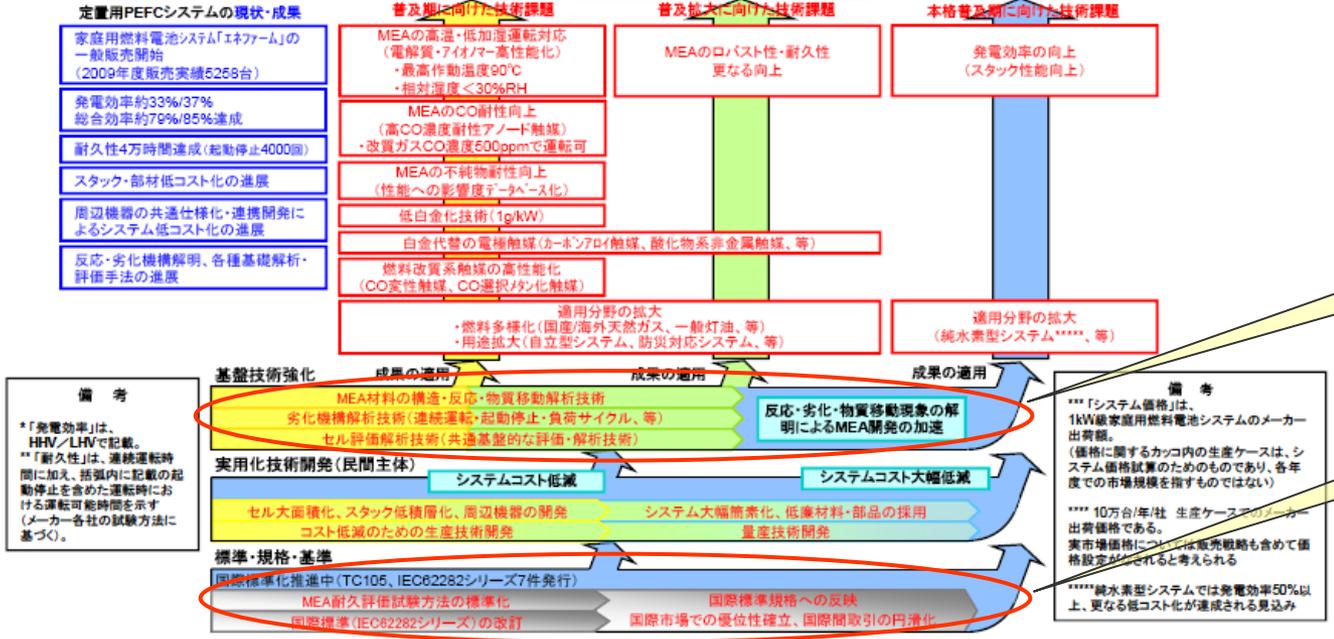
	現在 (2010年時点)	2015年頃 普及期	2020年頃 普及拡大期	2030年頃 本格普及期
発電効率*	約33%/37%	33%/37%	33%/37%	>36%/40%
耐久性** (起動停止回数)	4万時間	6万時間(起動停止4000回)	9万時間(起動停止4000回)	9万時間(起動停止4000回)
最高作動温度	約70℃	約90℃	約90℃	約90℃
システム価格***	200～250万円	約50～70万円 (10万台/年/社** 生産ケース)	約40～50万円 (20万台/年/社 生産ケース)	<40万円 (100万台/年/社 生産ケース)

一層の長寿命化による  
商品性の向上

技術開発・量産化の推進による一層のシステムコスト・  
設置工事費の低減

信頼性向上、究極の性能向上・コスト低減に資する電池  
基盤技術基礎研究の推進

国際商品化を展望した  
国際標準化の推進



- ### 技術的課題
- ・量産技術確立
  - ・システムの簡素化、構成機器の共通仕様化・最適化
  - ・低コストで高性能なスタック部材の開発
  - ・セルスタック耐久性の向上

- ### 普及阻害要因
- ・高いイニシャルコスト(本体および設置工事費)
  - ・創エネルギー機器としての認知度の向上、社会的有用性の訴求不足
  - ・導入インセンティブ不足
  - ・市場拡大に向けた環境未整備

# 技術的課題 (SOFC)

## 固体酸化物形燃料電池(SOFC)ロードマップ

～小容量システムでの技術確立から中・大容量システムへの展開により最高効率発電を実現～

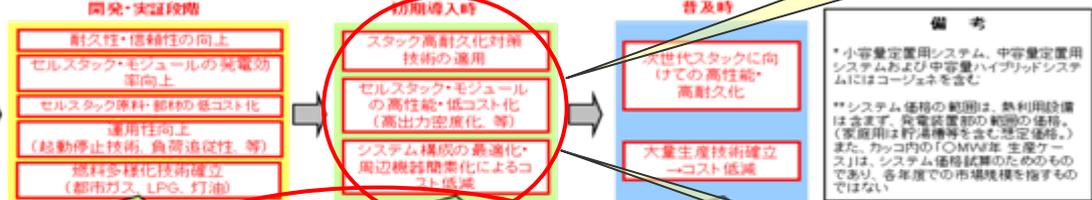
現在 (2009年度末時点)      2015年      2020年      2030年

システム	現在 (2009年度末時点)	2015年	2020年	2030年
小容量定置用システム* (1kW級～数kW級)	開発・実証段階 40%/45% 2万時間実証/4万時間見通し(連続運転) 900万円/kW**	初期導入 >40%/45% >4万時間見通し(連続運転) 50～100万円/kW(数十MW/年生産ケース)	普及～本格普及 >50%/55% 9万時間見通し(連続運転) <40万円/kW	
中容量定置用システム* (数kW級～数十kW級)	システム開発段階 40%/45% 3,000時間検証 数100万円/kW	開発・実証 約40%/45% 1～2万時間見通し 数100万円/kW	初期導入 >40%/45% 4万時間見通し 約100万円/kW(数MW/年生産ケース)	普及 >50%/55% 9万時間見通し <20万円/kW(100MW/年生産ケース)

家庭用SOFCシステムの  
耐久性・信頼性の  
早期確立と実証

小・中容量定置用システムの現状・成果とSOFCシステムの共通技術課題

・1kW級の小型SOFCシステム実証の進展  
→平成21年度まで累計132台設置、最長運転時間は2万時間  
・数10kW級システムで3,000時間運転試験  
→耐久性等の技術課題を抽出  
・劣化機構解明などの耐久性・信頼性向上のための産学官連携基礎研究開始

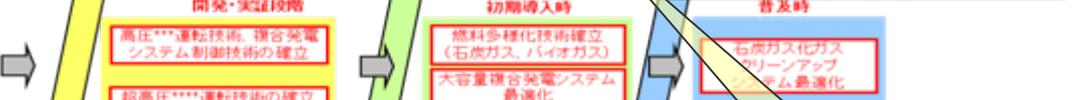


中容量ハイブリッドシステム* (業務用・産業用) (数百kW級～数百kW級)	ハイブリッドシステム開発 48%/52% — 数100万～約1000万円/kW	開発・実証 約50%/55% 1～2万時間見通し 約100万～数100万円/kW	初期導入 >55%/60% 4万時間見通し 数10万～約100万円/kW	普及 >55%/60% 9万時間見通し <15万円/kW(200MW/年生産ケース)
大容量コンバインドシステム (事業用・自家発電用) (数10MW級～)	超高压セルスタック/モジュール検証 部分トッピング*** 事業用検討	天然ガス燃焼 大容量ガスタービンとの部分トッピング フィールド実証	開発・実証 約60%/65% 約2万時間見通し 約100万～数100万円/kW	初期導入 >60%/65% 4万時間見通し 数10万～約100万円/kW

スタックの高性能化、  
低コスト化の技術開発

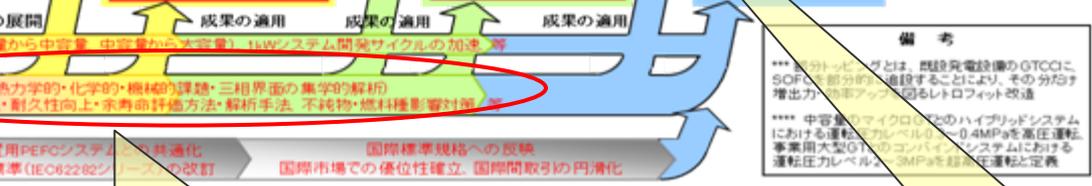
中容量ハイブリッド・大容量コンバインドシステムの現状・成果と技術課題

・200kW級の複合発電システムの進展  
→ 発電効率52.1%、3000時間運転達成



スタック・システムの展開

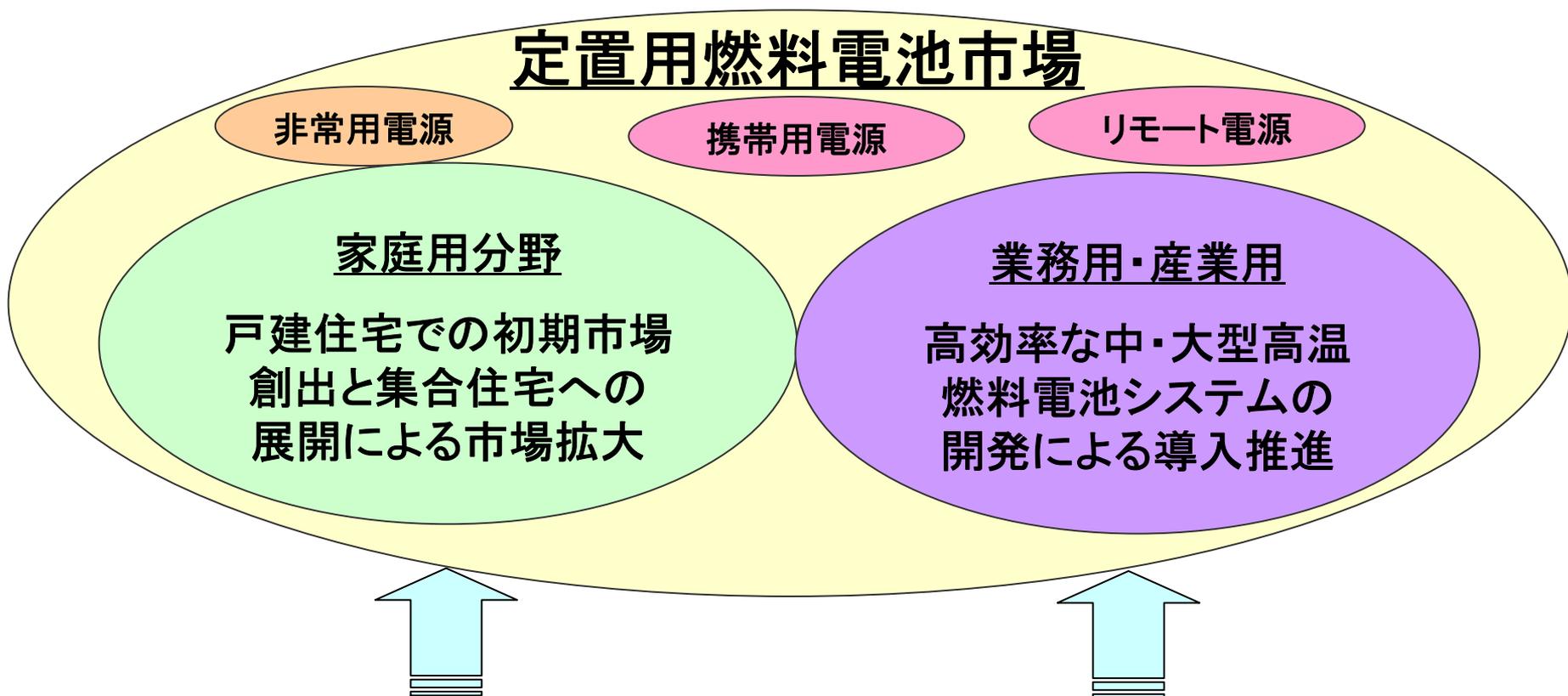
備考  
各システムにおける年間の劣化機構解明の進捗状況  
研究・事業段階  
送電効率率(HV/LHV)  
耐久性(運転時間)  
システム価格



中・大容量機システム  
(業務用・産業用・事業用)  
技術の確立・実証

SOFCセルの高耐久化・高信頼化のための基礎・基盤研究の加速推進

# 市場拡大と普及のための課題



## 1. 市場拡大に資する技術開発支援

(低コスト化、高耐久化、多用途化、国際商品化等)

## 2. 普及拡大に資する経済的支援の継続・拡充

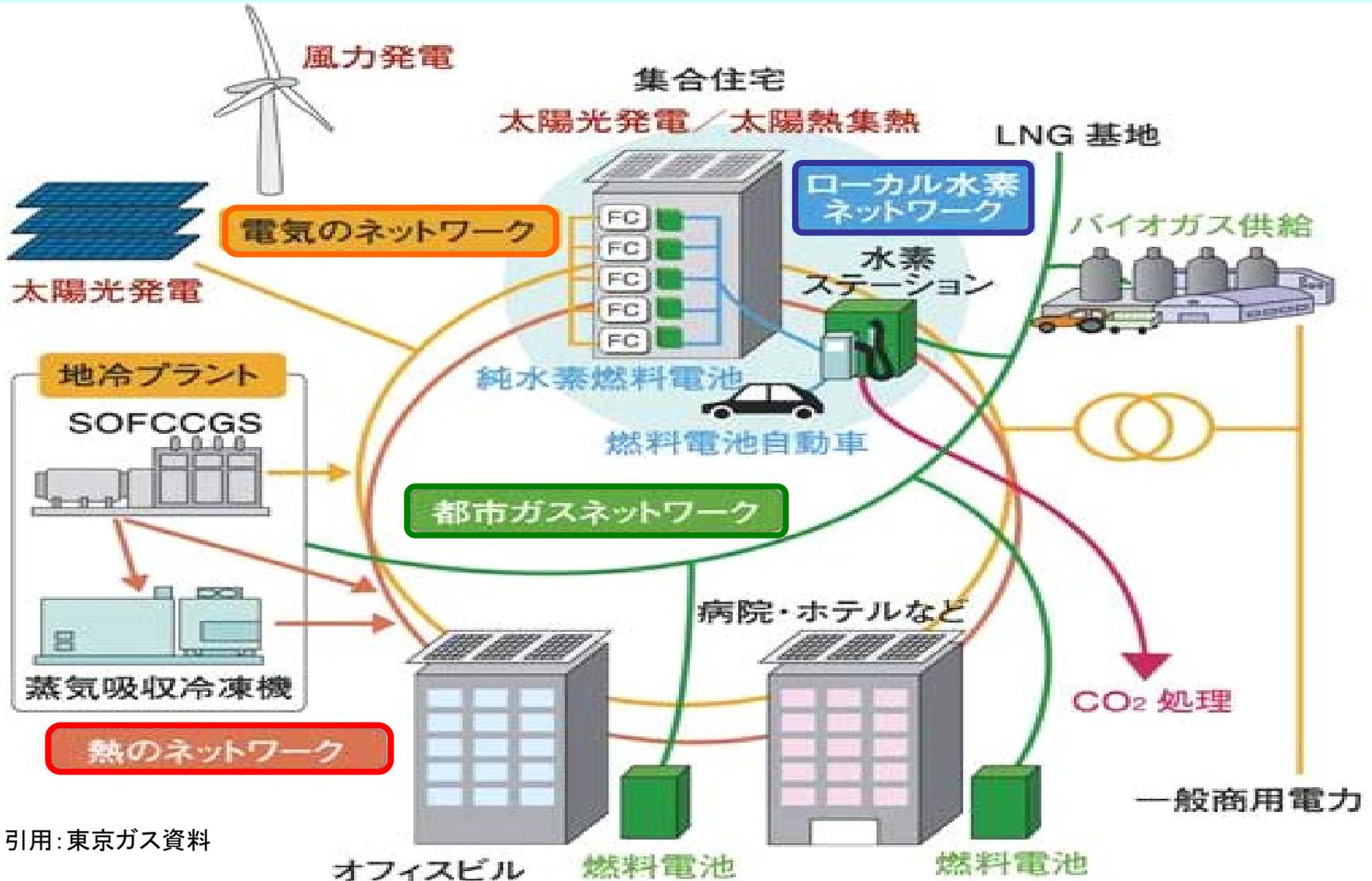
(cf. 諸外国では燃料電池はRPS・買取制度の対象にもなる等、様々な施策も導入)

## 3. 廃熱利用推進に資する適切なCO<sub>2</sub>削減効果評価制度の確立

(cf. WBCSD, CDM等における削減量評価制度)

# 燃料電池とスマートエネルギーネットワーク

都市廃熱などの多様な未利用・自然エネルギーを活用するために、電力のスマートグリッドに熱ネットワークを加えたスマートエネルギーネットワークを構成。ICT(情報技術)を利用した統合制御により、地域全体でのエネルギーの最適化と更なる省エネ・省CO<sub>2</sub>を実現



# 再生可能エネルギーの熱利用について (需要家経験者としての観点)

2010年11月4日

桑原康浩

# 本日のご説明内容

1. エネルギーマネジメント業務の実績
2. 先端的な高効率熱源システムの性能
3. 最新モニタリングシステムの概要
4. 私見と提案

# 本日のご説明内容

1. エネルギーマネジメント業務の実績
2. 先端的な高効率熱源システムの性能
3. 最新モニタリングシステムの概要
4. 私見と提案

# エネルギーマネジメント職歴

## 1. 省エネルギー（CO<sub>2</sub>削減）の推進

- ① エネルギーマネジメントシステムの開発と導入（1995年以降で約 50拠点）
- ② 高効率熱源システムの構築（1992年より検討開始、2001年以降で約 16拠点）
- ③ 第三者性能検証と性能劣化防止の検討（九州大学と 8年間共同研究）

## 2. エネルギー関連コスト削減と環境多様化への対応

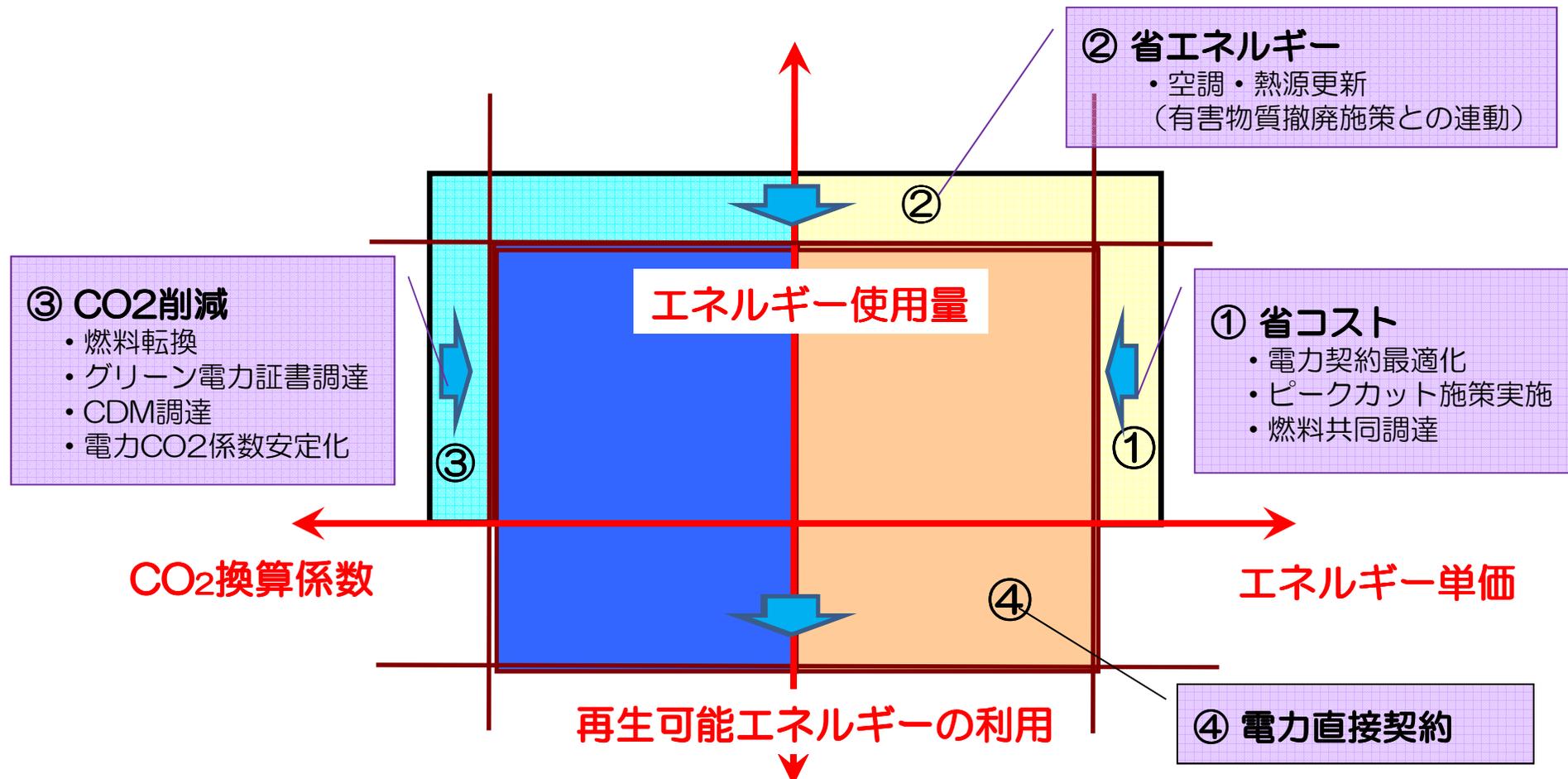
- ① 契約の最適化と熱源設備受託制度の活用（国内初の導入、全国で 10事例）
- ② 燃料共同調達と燃料転換（油→ガス）の実施交渉
- ③ グリーン電力証書システムの創設（国内初の導入事例、証書発行量の1/3を活用）

## 3. 企業内エネルギーソリューションの提唱

- ① 性能評価の規格統一（コージェネ導入評価に於けるマージナル係数の排除等）
- ② 需給契約・CDM・国内クレジット・省CO<sub>2</sub>施策等の一元管理
- ③ エネルギーソリューション担当組織化の提唱と実施 他

# 指向するエネルギーソリューション

「省コスト」「省エネ」「CO<sub>2</sub>削減」と  
経済性とのバランスを実現する

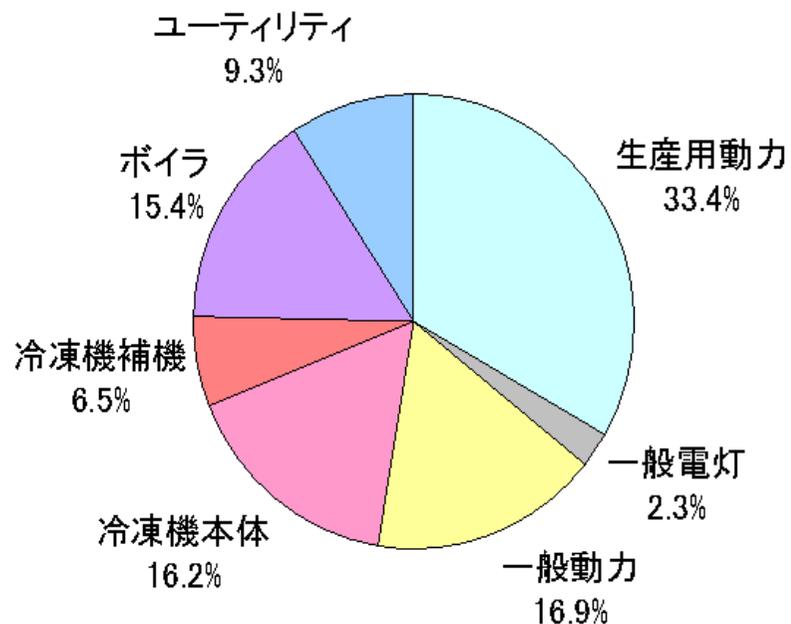


# 本日のご説明内容

1. エネルギーマネジメント業務の実績
- 2. 先端的な高効率熱源システムの性能**
3. 最新モニタリングシステムの概要
4. 私見と提案

# 熱源システム高効率化への視点

- 半導体等の大型工場でのCO<sub>2</sub>排出量に占める比率が大きい
- 構成機器が少なく、インバータ冷凍機等の技術革新に期待
- 長期的視野での投資、システム改善での投資対効果が少ない
- 低炭素化では化石燃料に依存しないシステムが必須となる



＜半導体工場のCO<sub>2</sub>排出量の内訳＞

	CO <sub>2</sub> 換算係数
電気	0.0348 t-CO <sub>2</sub> /GJ
都市ガス	0.0499 t-CO <sub>2</sub> /GJ
灯油	0.0678 t-CO <sub>2</sub> /GJ
A重油	0.0693 t-CO <sub>2</sub> /GJ

ターボ冷凍機	
最高性能 (2次換算)	20.0
CO <sub>2</sub> 排出原単位	22.0 g-CO <sub>2</sub> /RT
期間性能 (2次換算)	12.0 (最大の60%)
CO <sub>2</sub> 排出量	36.7 g-CO <sub>2</sub> /RT
直燃吸収式(A重油)	
性能 (1次換算)	1.5
CO <sub>2</sub> 排出原単位	584.5 g-CO <sub>2</sub> /RT
期間性能 (1次換算)	0.9 (最大の60%)
CO <sub>2</sub> 排出量	974.2 g-CO <sub>2</sub> /RT

＜燃料毎の換算係数、冷凍機性能比較＞

# 熱源システムの性能評価

## 1) 熱源機器単体

- **性能係数・COP** (Coefficient Of Performance、= 出力/入力 : 無単位)  
2次エネルギー換算 : ターボ冷凍機等  
1次エネルギー換算 : 吸収式冷凍機、ボイラ等

## 2) システム全体 (= 熱源機器+補機)

- **システム性能係数** (システムCOP : 無単位)  
2次エネルギー換算 : 電気式冷熱源システム(冷却・加熱)
- **総合効率** ( : 無単位)  
1次エネルギー換算 : 全熱源システム (冷却・加熱)



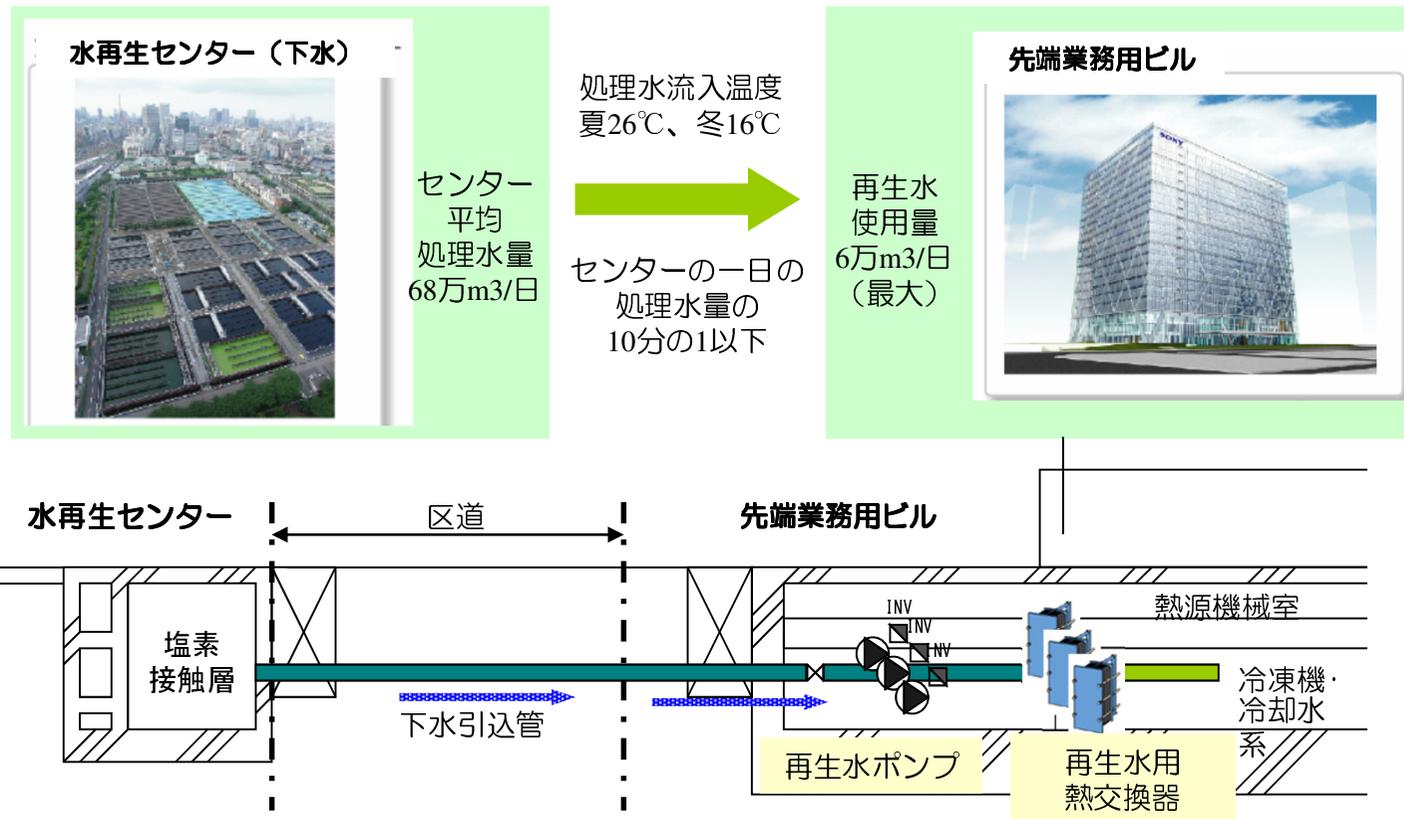
CO<sub>2</sub>評価を反映すると

- **総合効率(CO<sub>2</sub>)** (単位例 : kg-CO<sub>2</sub>/GJ)  
CO<sub>2</sub>換算 : 全熱源システム (冷却・加熱)

\* 1次エネルギー換算、CO<sub>2</sub>換算係数は省エネ法・温対法に準拠

# 未利用熱の有効利用の事例（業務用）

- 未利用エネルギー（再生水を熱源水に）の導入
- 全電気式高効率熱源システムの採用と蓄熱水槽等による負荷平準化



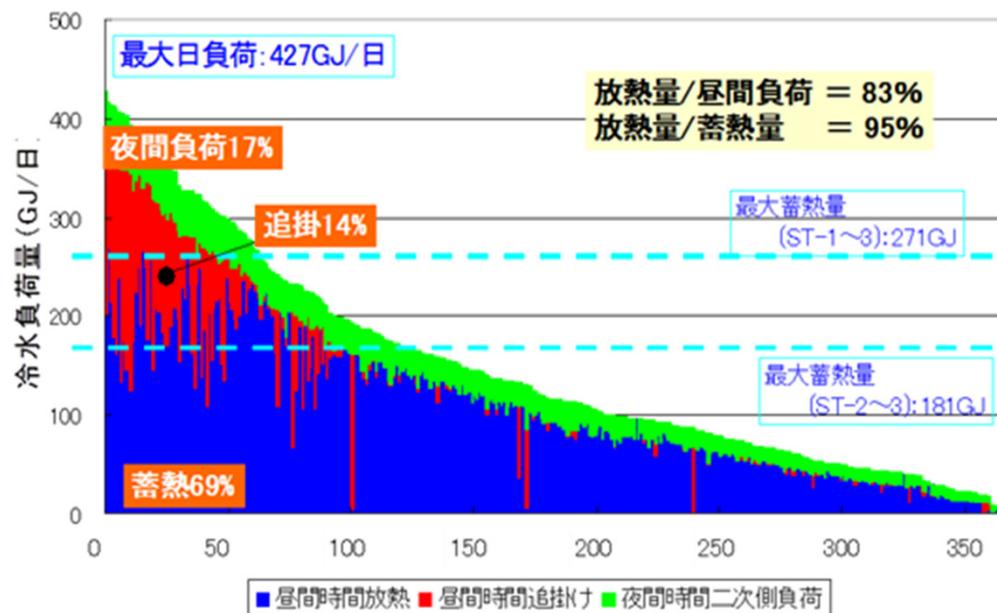
# 未利用熱の有効利用の事例（業務用）

## 熱源概要

業務用ビル：約 160,000m<sup>2</sup>

冷却：7℃冷水、加熱：42℃温水

蓄熱水槽：約 6,000m<sup>3</sup>（冷温切替）



＜年間冷却負荷と設備対応＞

## 主な特徴

- ① 建築の省エネ施策と連動、未利用エネルギーと熱回収機器を活用
- ② 産業用のノウハウを投入し、年間最適な状態に保つ制御装置を設置
- ③ 性能検証用にインターネット利用モニタリングシステムを活用し、竣工後の運用改善を実施

## 性能評価

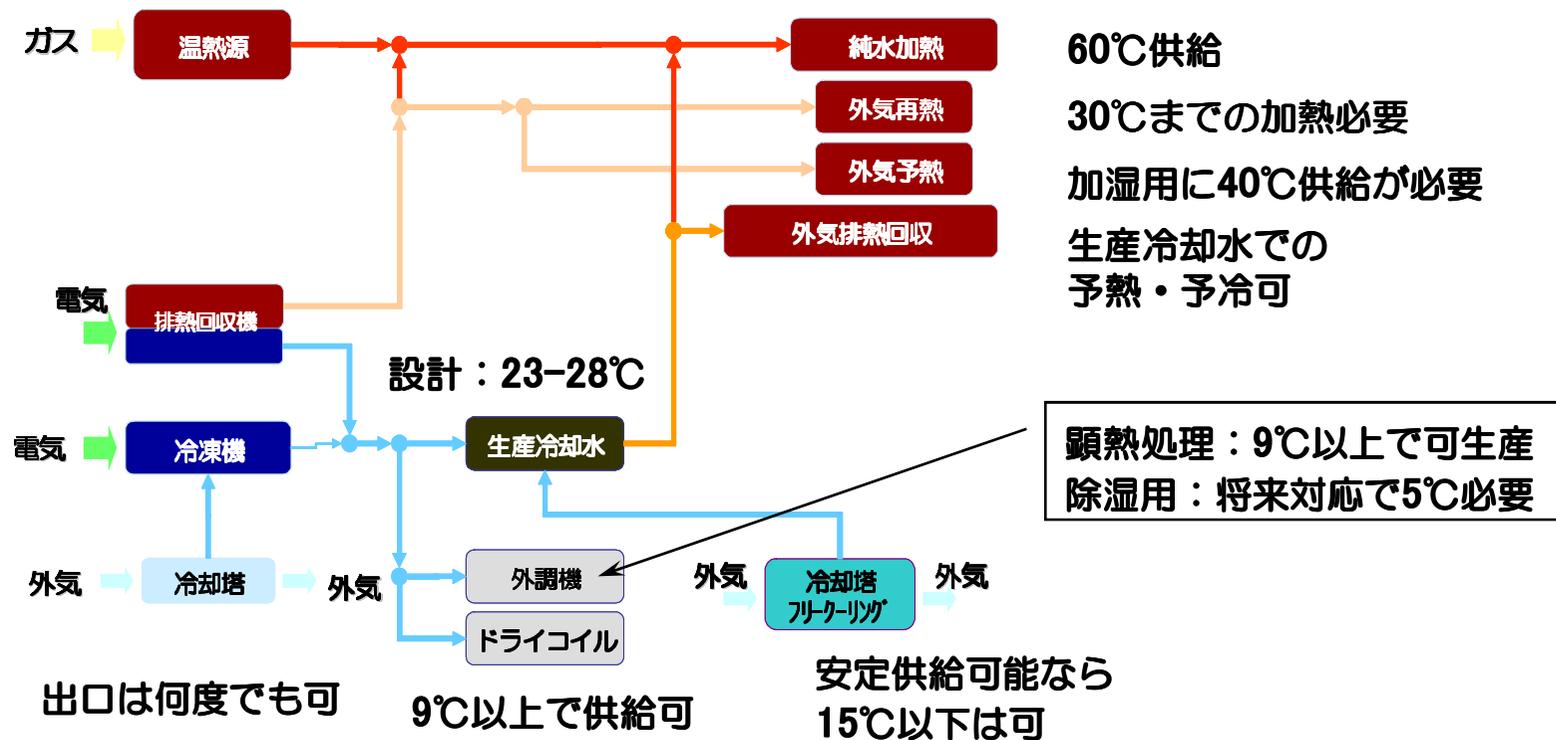
		冷却用	加熱用	全体
要求熱量	GJ/年	53,500	13,379	66,879
エネルギー投入量	GJ/年	28,310	6,923	35,233
総合効率	—	1.89	1.93	1.90
CO2排出量	kg-CO2	1,096	268	1,365
単位CO2排出量	kg-CO2/GJ	20.5	20.0	20.4

→ 業務用では国内最高レベルの性能

# 熱回収の有効利用の事例（産業用）

## 工場内での熱需要と要求レベルの分析と活用

- 計画段階から年間を通して熱需要の発生と供給のバランスを検討
- 温室効果ガス削減を考慮すると化石燃料の使用最小化を模索

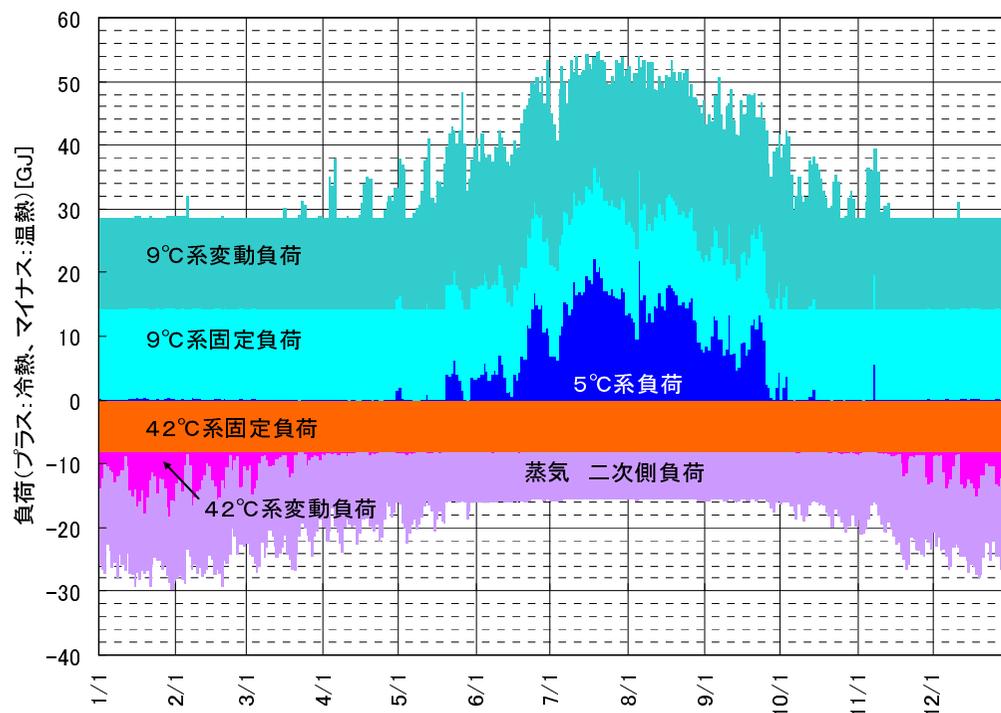


# 半導体工場の年間冷却・加熱負荷例

## 熱源概要

クリーンルーム：約 20,000m<sup>2</sup>

冷却：5・9℃冷水、加熱：42℃温水



＜年間熱負荷計算＞

## 主な特徴

- ① 年間発生する冷温熱需要に対して、**熱回収機器を活用**
- ② **外気条件を最大限活用**する為にシステム制御装置を開発・導入
- ③ 性能検証用にインターネット利用**モニタリングシステムを活用**し、竣工後の運用改善を実施

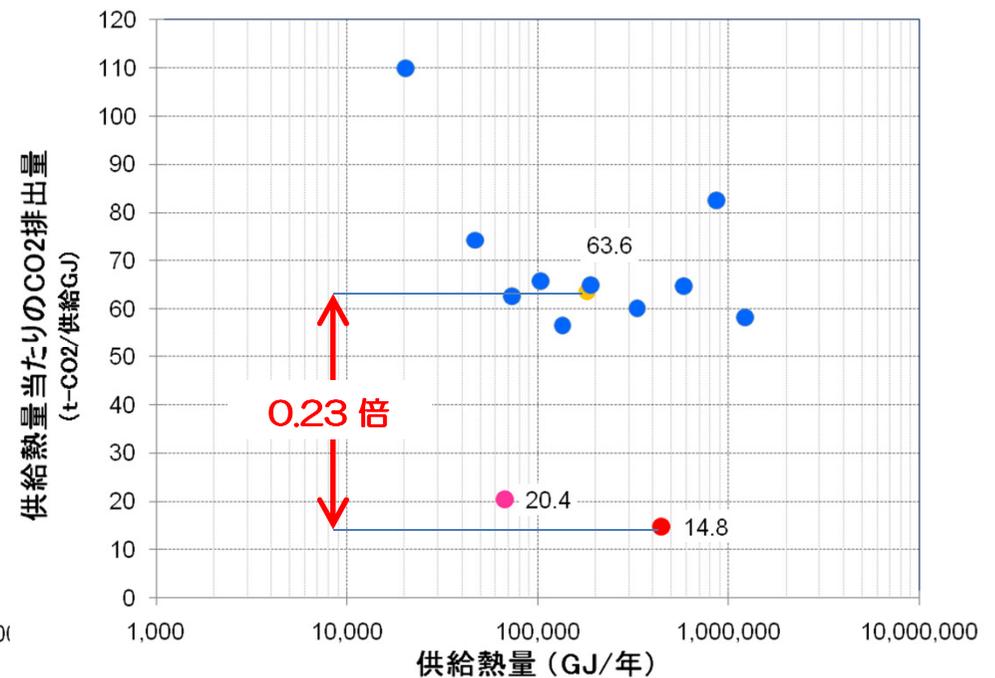
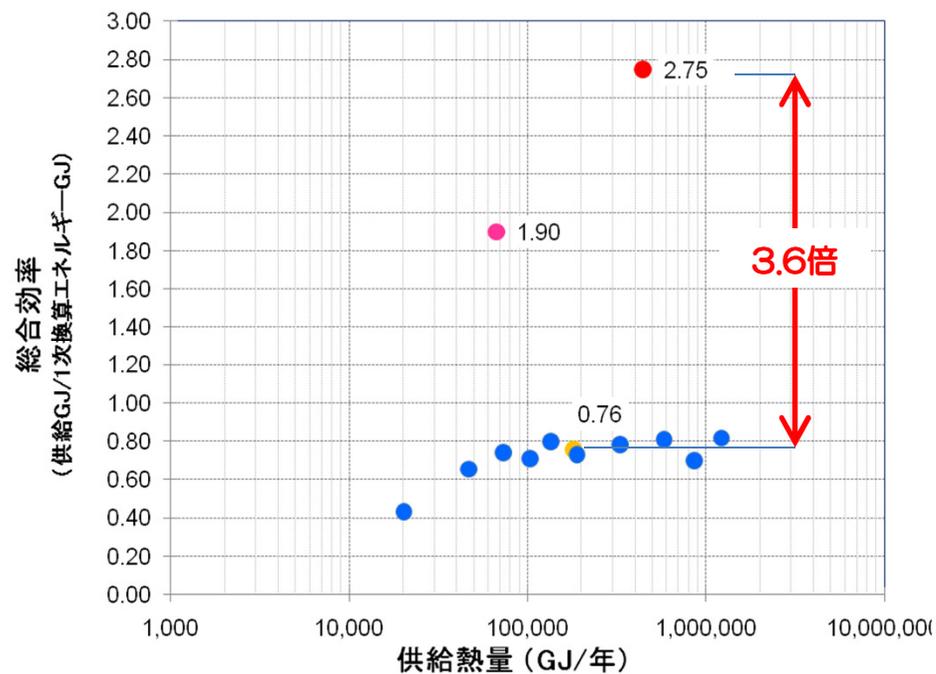
## 性能評価

		冷却用	加熱用	全体
要求熱量	GJ/年	317,013	127,128	444,140
エネルギー投入量	GJ/年	108,884	52,751	161,634
総合効率	—	2.91	2.41	2.75
CO2排出量	kg-CO2	4,217	2,377	6,594
単位CO2排出量	kg-CO2/GJ	13.3	18.7	14.8

→ 産業用では国内最高レベルの性能

# 最先端熱源システムと地域冷暖房

- 総合効率と供給熱量当たりのCO<sub>2</sub>排出量  
 先端事務所ビルは 1.90、20.4 kg-CO<sub>2</sub>/GJ  
 先端半導体工場は 2.75、14.8 kg-CO<sub>2</sub>/GJ  
 (双方共に空調系は全電気システムを採用、未利用と排熱回収)
- 地域冷暖房設備の全平均は0.76、63.6 kg-CO<sub>2</sub>/GJ



# 本日のご説明内容

1. エネルギーマネジメント業務の実績
2. 先端的な高効率熱源システムの性能
- 3. 最新モニタリングシステムの概要**
4. 私見と提案

# モニタリングシステムの採用事例

## 熱源システムで採用してきたシステム事例

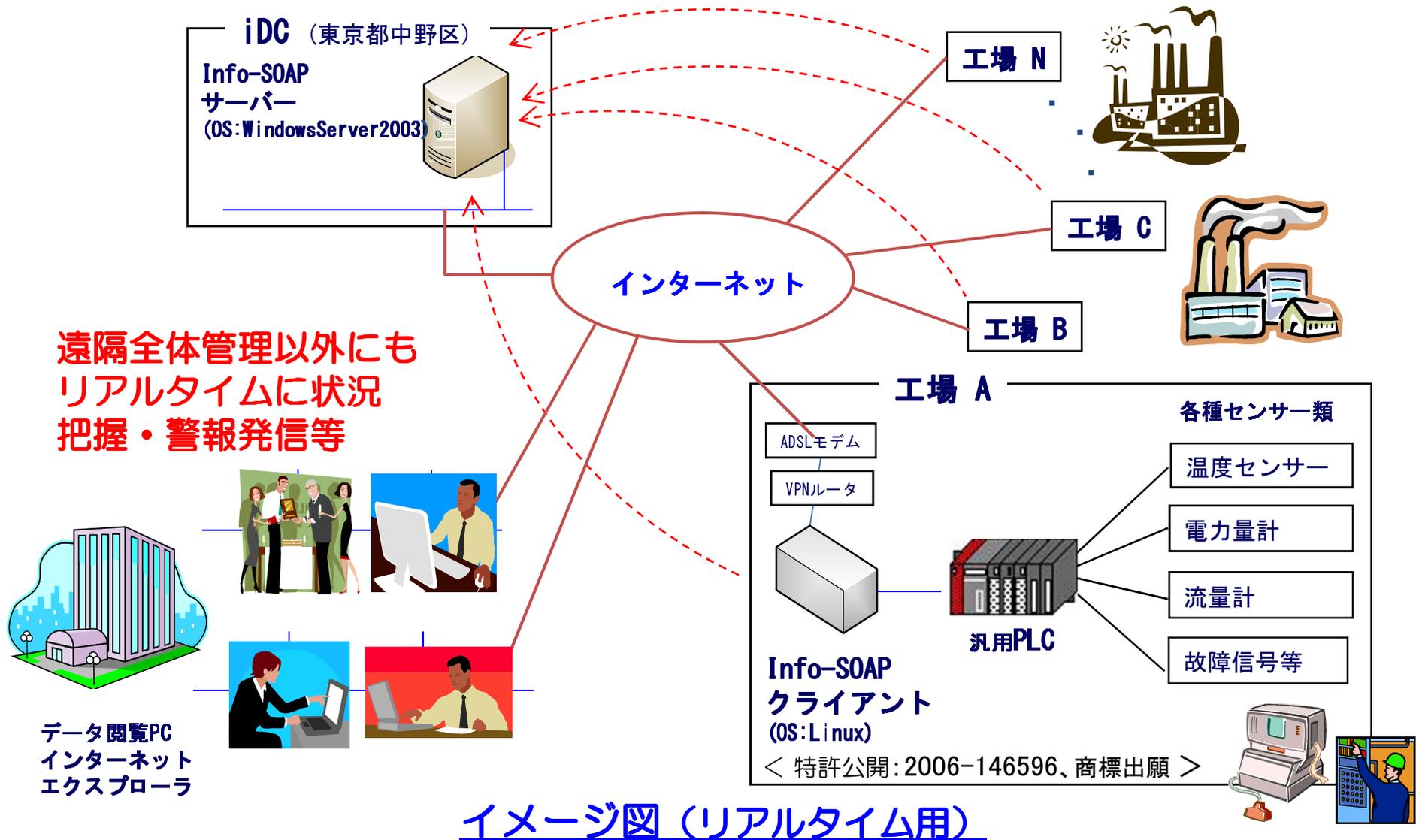
**EISP** (Energy Information Service Provider)とは  
工場・ビル等の電力・熱源システム・空調設備等のデータを  
リアルタイムで**収集・分析・管理が可能**な、**低コストASP**。  
(ASP：アプリケーションサービスプロバイダー)

次の方々に特に最適

- **多拠点を一元的に管理したい**
- **自社データサーバーは管理コストが高い**
- **情報セキュリティに対応したシステムを利用したい**
- **ローカル機器メーカーの制約なしで運用したい**

エム・ティー・ディー株式会社資料提供

# システムの構成イメージ



イメージ図 (リアルタイム用)

# EISPの主な特徴

## 1. 基本機能

- 基本閲覧機能は拠点設置型中央監視装置と同等
- ユーザー登録は無制限、階層設定も自由
- 閲覧者への警報等のメールお知らせ機能
- 比較・予測トレンドグラフの作成、手入力データの活用等

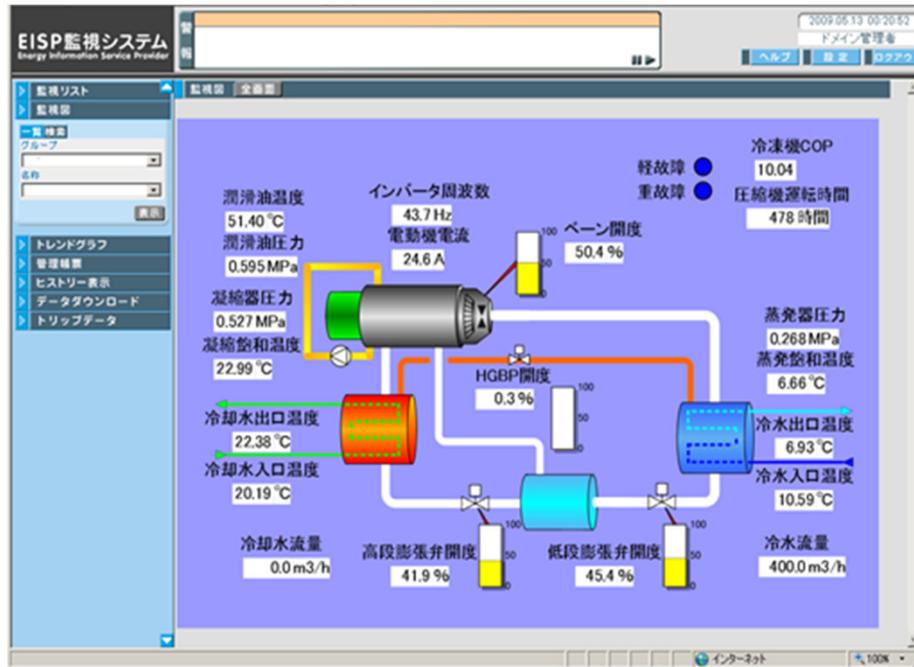
## 2. ユーザー管理と統合機能

- サービス・ポイントのアクセス権限はユーザー管理と連動
- 異なる拠点間のデータもユーザー管理で連動等（統合管理が容易）

## 3. セキュリティ 対応

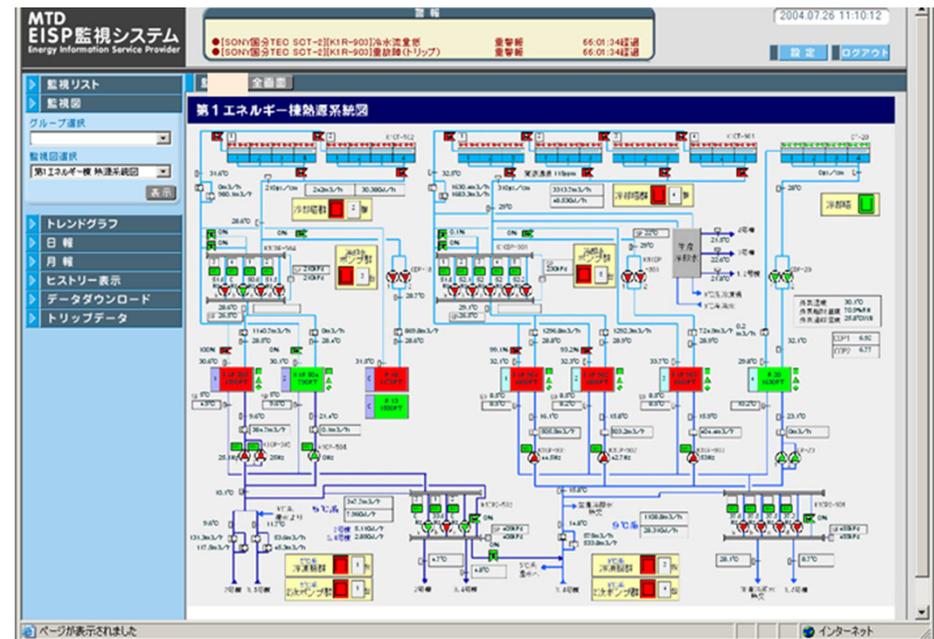
- データ送信はVPN、閲覧は暗号化（SSL）で保護
- アクセス権限は各ユーザーでポイント1点から設定可能
- データサーバー等はセキュリティ対策の第3者検証を実施等（大手メーカーシステム部門と連携）

# モニタリング画面事例

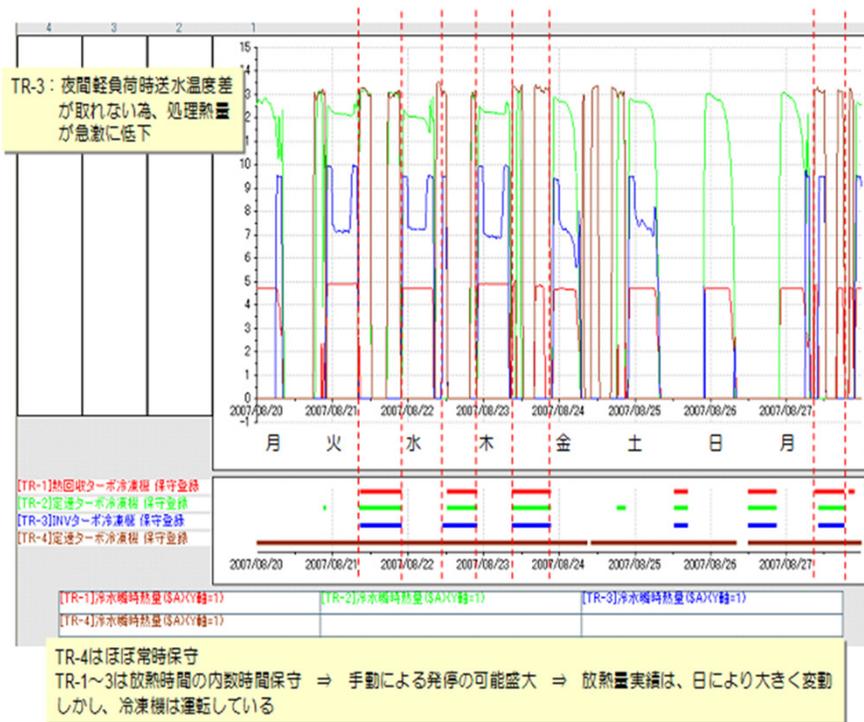


熱源システムの遠隔監視用画面

冷凍機の遠隔監視用画面

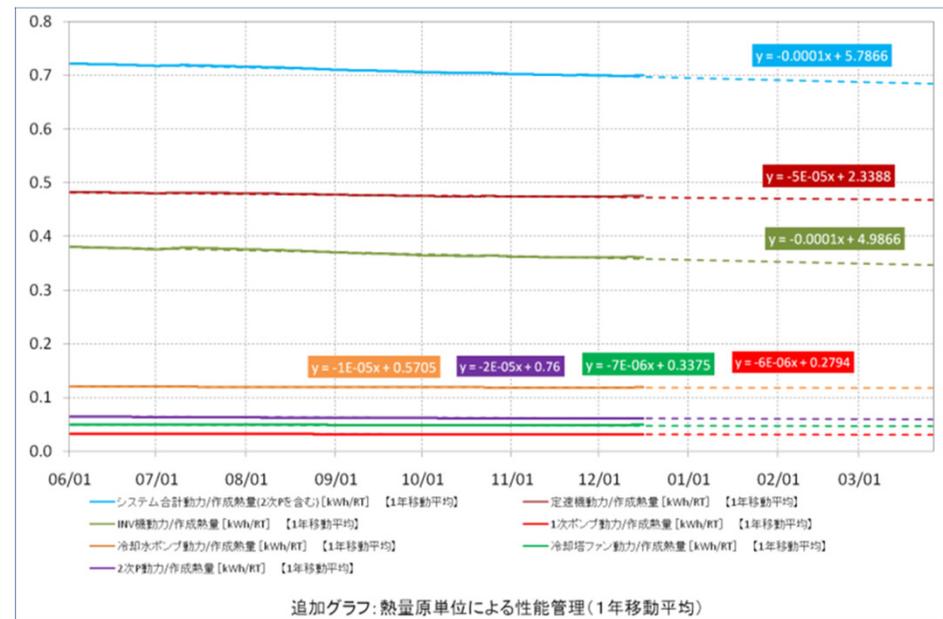


# モニタリングの活用事例



構成機器毎に長期の性能傾向を  
歳出湿度、性能劣化等を予測

設計段階と運用段階での機器稼動  
状況の違いを分析(性能改善)



# 本日のご説明内容

1. エネルギーマネジメント業務の実績
2. 先端的な高効率熱源システムの性能
3. 最新モニタリングシステムの概要
- 4. 私見と提案**

# 証書等の制度化への私見

## 1. 熱エネルギーの有効活用との整合

- 熱需要先の省エネ施策と背反（認証熱量の減少）

## 2. 最終仕事量に対する配慮

- 蒸気は配管内部での凝縮、熱ロスが大きいので評価が難しい
- 実際の冷却・加熱量に近い熱量を評価できることが望ましい

## 3. 証書購入者側から

- 計量に対する厳格性が無いと大口の流通は難しい
- 省エネ法、温対法等での扱い
- 購入費用の損金算入

## 3. 諸制度との整合

- 国内クレジットの方法論と同等が望ましい（計量ガイドライン等）
- 国際会計ルールや海外の動向（CDP等）との関係明確化

# 国内クレジットの実情

- 再生可能エネルギーへの切替には**設備更新時の補助が必須**
- **評価単価を上げなければ審査費用すら賄えないのが実情**



<導入全景>



<更新設備>

設備更新：重油ボイラ → 木質ペレット焚ボイラ 500,000kcal/h、効率81%

評価実績：**153 t-CO<sub>2</sub>/年削減効果**

**仮想価格：306,000 円/年削減効果**（仮想単価CER：2,000 円/ t-CO<sub>2</sub>）

（上記価格には審査費用・その他諸経費を含む）

# 熱利用ネットワークシステムの提案

- 保存データの信頼性と認証業務の効率を考慮すると、データ収集と管理は集中が望ましいと考える
- システムはASPを利用して全体コストの低減を図る



ご清聴ありがとうございました

桑原 康浩 (くわはらやすひろ)

e-mail: [yasuhiro.kuwahara@k-esco.com](mailto:yasuhiro.kuwahara@k-esco.com)

# 再生可能エネルギー等の熱利用に関する研究会 計量分野

2010年11月4日

処：経済産業省 別館

株式会社 山武

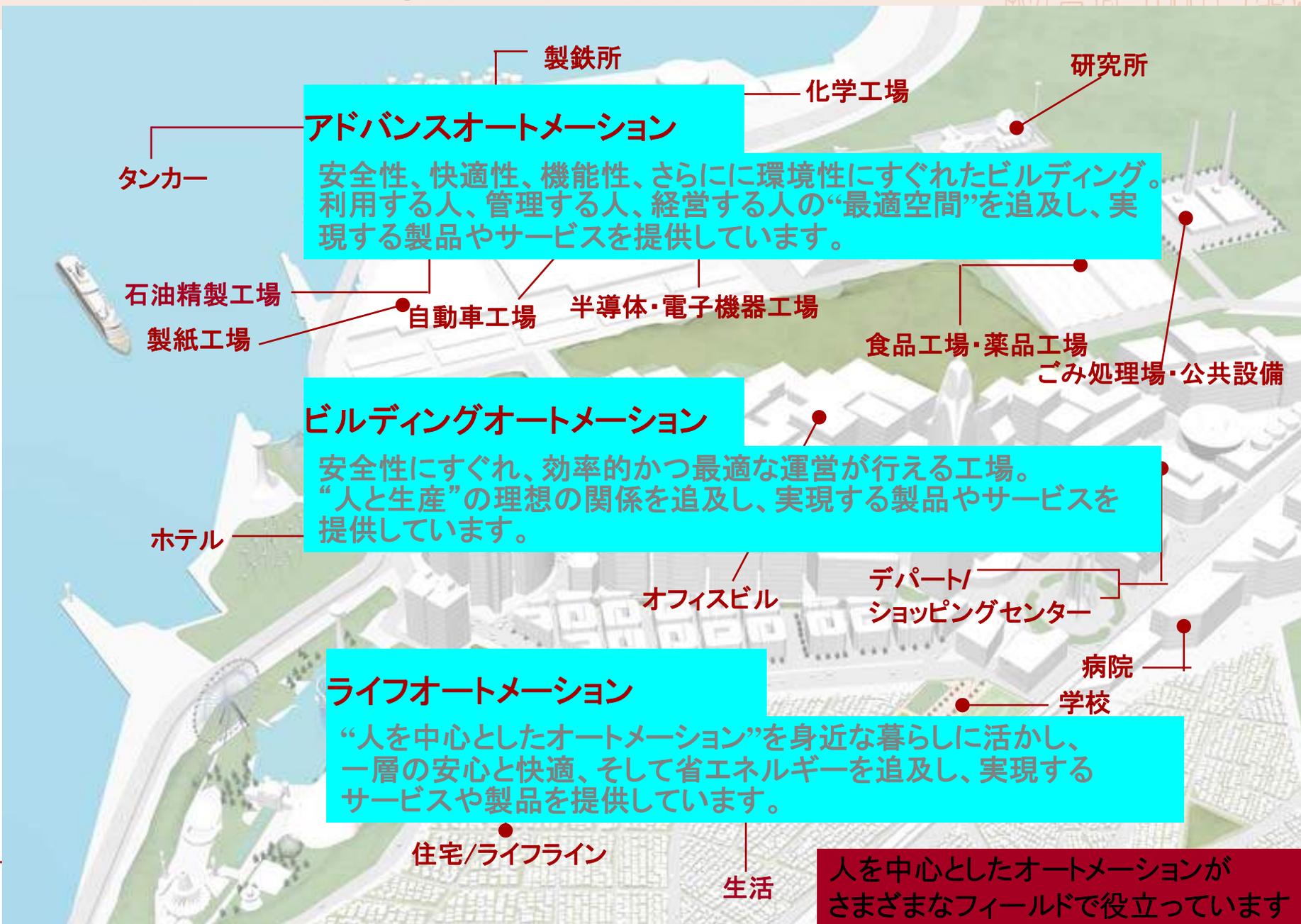


# 目次



1. azbilのフィールド
2. 山武の省エネソリューションENEOPT
3. 山武の事業分野と熱計量関連の製品群

# 1. azbilのフィールド



## アドバンスオートメーション

安全性、快適性、機能性、さらには環境性にすぐれたビルディング。利用する人、管理する人、経営する人の“最適空間”を追及し、実現する製品やサービスを提供しています。

## ビルディングオートメーション

安全性にすぐれ、効率的かつ最適な運営が行える工場。“人と生産”の理想の関係を追及し、実現する製品やサービスを提供しています。

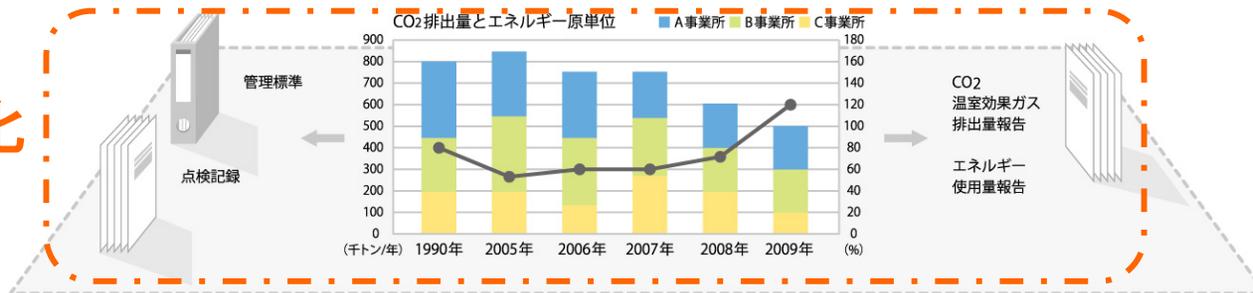
## ライフオートメーション

“人を中心としたオートメーション”を身近な暮らしに活かし、一層の安心と快適、そして省エネルギーを追及し、実現するサービスや製品を提供しています。

人を中心としたオートメーションがさまざまなフィールドで役立っています

ENEOPTは「エネルギーの最適化」をキーワードとする工場省エネルギーソリューション。  
 必要な時に必要な量を供給するだけでなく、必要な時期と量を予測する事により、一歩先を行く環境・エネルギー対策の最適化を実施します。

## 見える化



## 全体最適

## 個別最適

工務部 製造部



ENEPTmanager  
管理標準 (EneKarte)

ENEPTview  
見える化支援 (EneSCOPE)

ENEPTutility  
全体最適制御 (U-OPT)

ENEPTcomp  
コンプレッサ最適制御

ENEPTairdep  
エア減圧制御

ENEPTpump  
ポンプ最適制御

ENEPTsteamdep  
スチーム減圧制御

ENEPTboiler  
ボイラ最適制御

ENEPTutility  
全体最適制御 (U-OPT)

ENEPTpump  
ポンプ最適制御

ENEPTtrt  
冷凍機最適制御

ENEPTct  
クーリングタワー最適制御

ENEPTcr  
クリーンルーム空調制御

ENEPTdemand  
電力デマンド制御

ENEPTzone  
ゾーン間温度差

ENEPTsu  
最適起動

ENEPTpeakcut  
ピーク電力抑制

ENEPTrb  
空燃比表示

ENEPTutility  
全体最適制御 (U-OPT)

ENEPTboiler  
ボイラ最適制御

ENEPT

エア

蒸気

冷水

温水

電気

ガス



# 2. ENEOPT 個別最適



各種省エネパッケージが用意されています。

ENEOPT pump  
ポンプ最適制御

ENEOPT airdep  
エア減圧制御

ENEOPT comp  
コンプレッサ最適制御



ENEOPT pump  
ポンプ最適制御

ENEOPT steamdep  
スチーム減圧制御

ENEOPT boiler  
ボイラ最適制御

ENEOPT utility  
全体最適制御



ENEOPT ct  
クーリングタワー最適制御

ENEOPT rt  
冷凍機最適制御

ENEOPT pump  
ポンプ最適制御

ENEOPT cr  
クリーンルーム 制御



ENEOPT demand  
電力デマンド制御

ENEOPT rb  
空燃比表示

ENEOPT zone  
ゾーン間温度差

ENEOPT su  
最適起動



ENEOPT boiler  
ボイラ最適制御

ENEOPT utility  
全体最適制御



詳細は以下のURLをご覧ください。  
<http://www.compoclub.com/products/recommend/eneopt/index.html>

### 3. 山武の事業分野と熱計量関連の製品群(1)

#### ● ビルディングオートメーション分野

##### ● 積算熱量計(特定計量器)

- 冷温水用積算熱量計として、熱媒体である冷温水を配管で供給するシステムにおける消費熱量の計量・積算を行います。
- 各種熱源設備、空調機などの冷暖房用熱源の取引(課金)にご使用いただく機器です。



# 3. 山武の事業分野と熱計量関連の製品群(2)

## ● ビルディングオートメーション分野

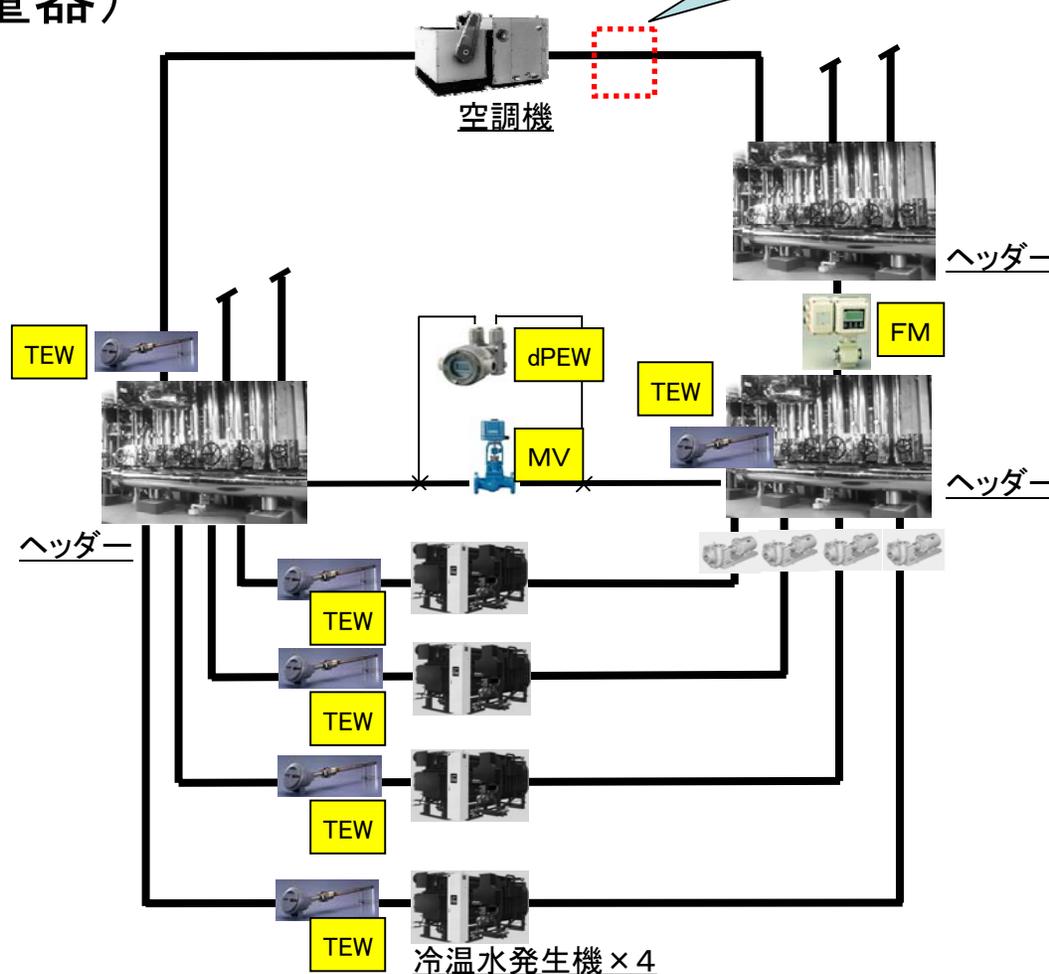
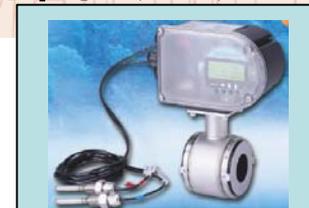
### ● 積算熱量計(特定計量器)

● 用途:右図

● 普及状況:1000台/年

● 開発動向:新JIS対応化

● 本器の価格:50万円



# 3. 山武の事業分野と熱計量関連の製品群(3)

## ● アドバンスオートメーション分野

### ● 蒸気流量計

- 流体(液体／気体／蒸気)の中で、最も測定の難しい分野への挑戦。
- 状態の変化しやすい“蒸気”の測定を簡単に行うため、通常、外部で行われる密度補正演算を本体に内蔵。
- 省エネルギー事業の実現にとって必要な既存配管へアドオンできる自由な配管レイアウト(上流直管長の短縮)。
- そして、投入する市場の選択と、コストを合わせる。(→省エネ事業を推進する市場に向けた仕様とコストの作り込み)



### 3. 山武の事業分野と熱計量関連の製品群(4)

- アドバンスオートメーション分野

- 蒸気流量計

- 用途: 蒸気による加熱を行う事業分野、および、蒸気により冷凍機を運転する空調市場。

→具体的には食品市場の加熱殺菌分野。電気電子、機械工業市場における空調用蒸気。建物市場における空調用蒸気。これらの蒸気使用量の測定。

→石油、化学、紙パなどの大規模に蒸気を大量に使用する分野では本器への関心は薄い。

- 普及状況: 1500台/年
- 開発動向: 現在、開発から5年であり、まだ新製品の扱いです。
- 本器の価格: 口径50mmで25万円程度  
(但し、製品価格と同等か、それを上回る工事費用が掛かる。)

# 3. 山武の事業分野と熱計量関連の製品群(5)

## ● アドバンスオートメーション分野

### ● 蒸気流量計

#### ● 蒸気計測の難しさ

##### 1. 蒸気の性質:ドレン化してしまう蒸気をどう測定するか？

- 飽和蒸気を熱源に使用する理由は、水⇄蒸気間に潜む蒸発潜熱を利用することにあります。
- 飽和点を超えて熱を与えた蒸気(=過熱蒸気)は、過剰に熱が加えられている(顕熱を加えている)とも言えるため、ユーザーはできるだけ飽和蒸気で、しかも、潜熱の大きい低圧で使用をしたいと考えます。しかし、蒸気は飽和点から、“1℃”温度が下がると、水に戻ってしまいます。
- 水に戻った蒸気の計測は、測定方法(測定原理)を、全く変更しなければ測定ができません。蒸気(気体)と飽和水(液体)を同時に測定する方法は、現在、存在しません。

##### 2. 密度変化:配管内圧力で変わる蒸気密度をどう補正して測定するか？

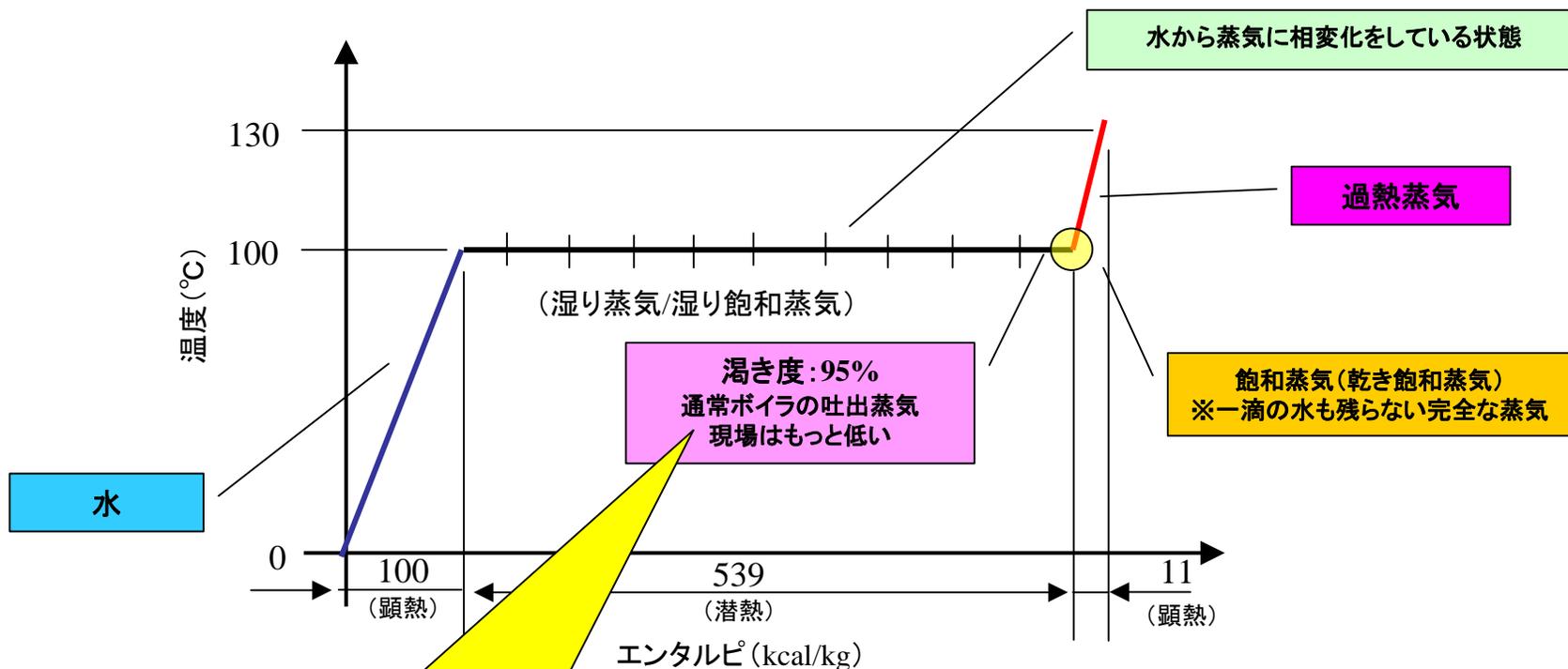
- 圧縮性流体である蒸気の測定では、その密度の変化をしっかりと捉えている必要があります。
- なお、配管内を流れる蒸気の流速が増しますと、配管内圧力は減少し、それに伴い、蒸気の密度が低下します。
- 蒸気の密度が変わると、真の流量は変わってしまい、流量計算に使用する密度を変えて、計算をする必要があります(密度補正の実施)。
- 流量計は真値に近い流量を測定するために、逐次、密度補正も流量計の中で行う必要があります。

# 3. 山武の事業分野と熱計量関連の製品群(6)

## ● アドバンスオートメーション分野

### ● 蒸気の流量計測の難しさ(=1項:蒸気の性質)

- 0°Cの水1kgに100kcalを加えると、100°Cの飽和水になる。
- 100°Cの水1kgに539kcalを加えると、100°Cの飽和蒸気になる。
- その100°Cの蒸気に11kcalを加えると、130°Cの過熱蒸気になる。
- 即ち、水は0から100°Cになる時よりも、100°Cの水から100°Cの蒸気になる時の方がエネルギーを必要とする。逆を言えば、100°Cの蒸気は100°Cの水になるまでに、539kcalものエネルギーを放出しないと水には戻らない。この放出するエネルギー(=潜熱)の利用をもって、蒸気は優れた熱媒体として使用されている。



湯き度測定⇒ 見えない領域  
539kcalものエネルギー変化がありうる場所でありながら、  
その変化をオンラインでモニタリングする技術がない!

### 3. 山武の事業分野と熱計量関連の製品群(6)

- アドバンスオートメーション分野
  - 蒸気の流量計測の難しさ(=2項:密度変化)

	密度補正機能を持たない流量計	密度補正機能を持つ流量計
前提条件	配管内圧力は設計条件で考え、変動しないことを前提とする。補正手段は持たない。	蒸気は流れることにより配管内圧力(=蒸気密度)を変えながら流れることを前提とし、補正手段を伴って測定をする。
公称精度	1%	2~3%
価格比	100とすると	→ 150~200程度です。

- 蒸気の使用される装置の負荷変動に応じて流量は変化をします。これは工場の稼働率や生産負荷によるものですので、避けがたいものです。
- なお、流量の変化により、管内圧力が変化します。管内圧力が変化をすると、通常使用される飽和蒸気の領域では、圧力と密度はほぼ比例関係にあるため、蒸気の密度を変化させます。
- しかし、従来の流量計は、それを補正する手段を持っていませんので、正しい流量を示しているかは???です。

### 3. 山武の事業分野と熱計量関連の製品群(7)

- アドバンスオートメーション分野
  - 都市ガス発熱量測定用ガスクロマトグラフ
    - 欧州で実施される天然ガス取引の発熱量取引に対応すべく、2001年に開発。
    - ガスクロは測定成分の変更ができ、万能というイメージがあるが、本器は天然ガス のみに絞り込んだ専用設計。
    - CH<sub>4</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>、C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>～C<sub>6</sub>+までの飽和炭化水素、及び、N<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>の測定を行う。
    - 測定された各成分の濃度から、熱量、密度、WI値などの計算を本体内部で行い、成分濃度に加え、計算値を出力する。  
(ISO規格、GPA規格などにに基づき計算)



### 3. 山武の事業分野と熱計量関連の製品群(8)

- アドバンスオートメーション分野

- 都市ガス発熱量測定用ガスクロマトグラフ

- 用途:

- (海外) 欧州の天然ガスパイプライン上の取引用ガス熱量計  
希少例として、鶏糞を利用したバイオガスの熱量測定

- (国内) 都市ガス事業者向け

- ガス事業法第21条関連の都市ガス発熱量測定用

- (船舶) LNG船 船内搭載ボイラの効率計算用

- 普及状況:

- (海外) 150台/年

- (国内+船舶) 10台/年

- 開発動向: ガスクロマトグラフは現状維持。

- 海外パイプラインモニター用として、OIML R140規格上の熱量計を開発中。

- 本器の価格: 本体200万円(但し、その他付帯設備が必要。)



### 3. 山武の事業分野と熱計量関連の製品群(10)

#### ● ライフオートメーション分野

##### ● 積算熱量計(特定計量器)

##### ● 用途:

既述、積算熱量計に等しく、各種熱源設備、空調機などの冷暖房用熱源の取引(課金)にご使用いただく機器です。本器は、小口径15mm、20mmが中心であり、流量計には羽根車式が採用されています。

- 普及状況:3000台/年
- 開発動向:新JIS化
- 本器の価格:5万円程度



研究会スケジュール (案)

回数	日時	内容 (予定)
1	9月6日 (月) 10:00~12:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 研究会主旨</li> <li>・ 各再生熱の概要等</li> </ul>
2	10月18日 (月) 14:00~17:00	各再生可能熱等のヒアリング (太陽熱、バイオマス、バイオガス、雪氷熱)
3	11月4日 (木) 13:00~16:00	各再生可能熱等のヒアリング (河川熱・下水熱、燃料電池、需要家、計量)
4	11月9日 (火) 14:00~17:00	各再生可能熱等のヒアリング (工場排熱等、地中熱、空気熱、コージェネ、需要家)
5	11月29日 (月) 14:00~17:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 熱源毎の課題の整理</li> <li>・ 関連する諸制度 (関連補助事業、グリーンエネルギー証書、海外の制度など)</li> </ul>
6	12月14日 (火) 13:00~16:00	・ 今後の方向性たたき台議論
7	1月14日 (金) 13:00~16:00	・ 取りまとめ
8	2月3日 (木) 13:00~16:00	・ 予備日

## 再生可能エネルギー等の熱利用に関する研究会(第2回)

# バイオマスの熱利用 (追加資料)



バイオマスくん

**JORA** 社団法人日本有機資源協会

平成22年10月



Biomass Mark

# 1. バイオマス熱利用の普及状況

- 廃棄物の直接燃焼による蒸気・温水利用量や発電との併用が多い(原油換算 約180万kL/年、約1,800施設)
- 施設数としては木質バイオマス(ペレット、チップ等)のストーブやボイラーへの熱利用も増加傾向

## 2. バイオマスの導入可能量

- 林地残材等、賦存量の多い未利用バイオマスも含め、カスケード利用や融合利用という特徴を活かした、マテリアル利用や他のエネルギー利用との全体最適化が必要

### 3. 技術的課題

- メタン発酵のバイオガスは1/3 ~ 1/2が有効利用されずに焼却処分
- バイオマス発生源と熱利用施設の近接化(地産地消)やオンサイト変換(輸送コストの削減)、バイオマスプロセスの組み合わせ(グリッド化)
- 冷房利用、蓄熱、他の再生可能エネルギーとの組み合わせ(サーマルグリッド)、熱電発電等、熱需要の季節変動対応技術
- 熱のカスケード利用技術(低位熱エネルギーの利用)
- 蒸気、温水配管等の熱輸送インフラの整備
- 熱輸送、保熱、蓄熱、オンサイトでの可搬型エネルギー化の各技術
- 熱源(蒸気、温水、温風等)毎の熱量計測方法の基準化(特に温風)
- 既存インフラ(化石資源由来熱利用施設)のバイオマス利用への転換
- 熱分解ガス化(水素等)、液化(BTL)技術の開発
- 熱利用後残さの利活用、処理・処分

## 4. 普及阻害要因

- 熱源(蒸気、温水、温風等)毎の熱量計測方法が未基準化
- 電力利用に比べて熱利用に対するインセンティブがない
- 迷惑施設でなくエネルギー等製造施設であることへの住民等の理解
- バイオマスの取扱に関する法規制や関係省庁間の連携
- 事業採算性が低い(売熱価格、インセンティブ、原料調達コスト、熱利用後残さの処理・処分コスト等)

## 5. 需給・市場動向

- (1) 省エネ・燃料経費削減
- (2) 廃棄物処分量削減
- (3) 温室効果ガス削減(カーボンマネジメント)
- (4) CSR
- (5) エネルギーの地産地消、自給(散居地域、災害時等)
- (6) 林業振興、森林保全
- (7) 農水産物等の付加価値向上
- (8) 環境教育や環境普及啓発

等の相乗便益(追加的便益)も目的とした化石資源由来熱利用施設の転換あるいは新設需要)

- ・熱の需要量及び需要特性によって経済性のあるケースがあるが、導入にあたってはFSが重要

# 施設の導入効果(石川県珠洲市浄化センターメタン発酵施設)



図-7 施設熱利用状況

- ランニングコスト(平成20年)
  - 減価償却含む: 約150百万円/年
  - 維持管理費・処分費: 約90百万円/年
- 費用削減効果(平成20年)
  - 減価償却含む: 約44百万円/年
  - 維持管理費・処分費: 約36百万円/年

- 下水汚泥、農業集落排水汚泥、し尿・浄化槽汚泥、生ごみの融合処理
- バイオガス発生量 約46,000Nm<sup>3</sup>/年
- メタン濃度 73.5%
- 熱利用先:
  - メタン発酵槽加温
  - 汚泥乾燥(肥料化)

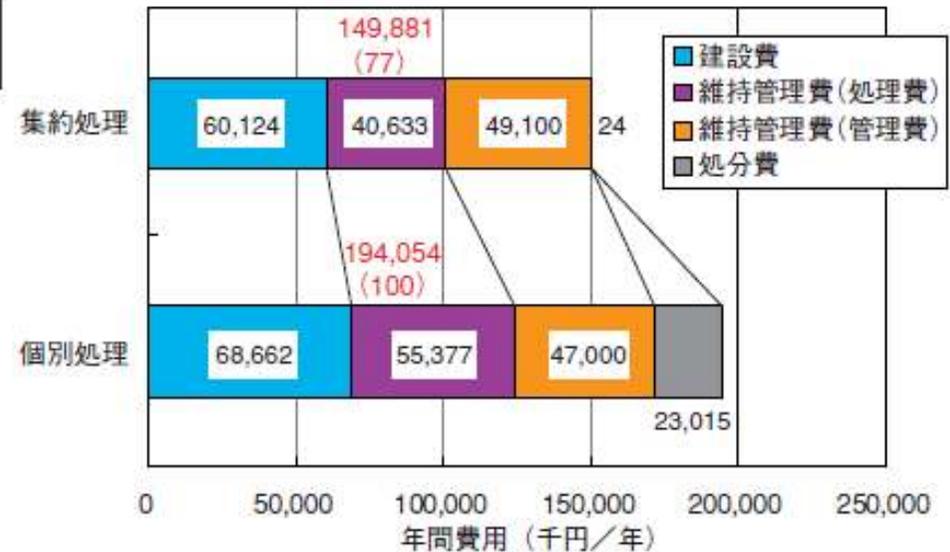


図-10 LCC比較 (実績処理量ベース)

## 施設の導入効果(石川県珠洲市浄化センターメタン発酵施設)

■ 計画処理量:	日平均 32.9t/日(日最大 51.5t/日)
■ 処理実績:	約27t/日(平成20年)
■ イニシャルコスト:	1,244百万円
■ ランニングコスト(減価償却含む):	約150百万円/年(平成20年)
■ ランニングコスト(維持管理費・処分費):	約90百万円/年(平成20年)
■ 費用削減効果(施設建設費):	約335百万円(対個別処理)
■ 費用削減効果(減価償却含む):	約44百万円/年(平成20年)
■ 費用削減効果(維持管理費・処分費):	約36百万円/年(平成20年)
■ 費用削減効果(廃棄物処理事業費):	約67百万円/年(予測)
■ CO <sub>2</sub> 発生量削減(生活排水処理):	2,500t-CO <sub>2</sub> /年(予測)
■ 温室効果ガス排出量削減(施設運転):	290kg-CO <sub>2</sub> /日(予測)

### ○生活排水処理に伴うCO<sub>2</sub> 発生量の削減費用

150百万円/年 ÷ 2,500t-CO<sub>2</sub>/年 = 60,000円 / t-CO<sub>2</sub> (減価償却含む)

90百万円/年 ÷ 2,500t-CO<sub>2</sub>/年 = 36,000円 / t-CO<sub>2</sub> (維持管理費・処分費)

### ○投資回収期間

1,244百万円 / 44百万円/年 ÷ 28.3年(メタン発酵施設)

1,244百万円 / 67百万円/年 ÷ 18.6年(廃棄物処理事業費)

出典:岩下真里:「珠洲市バイオマスメタン発酵に関する性能評価研究」、下水道機構情報、2009.4  
H20年度北陸農政局バイオマス・ニッポン優良表彰推薦調書  
社団法人日本下水道協会「下水污泥リサイクル事例」、他

## 施設の導入効果(最上町ウエルネスプラザ)

■ 設備:木質バイオマス焚きボイラによる施設冷暖房・給湯供給システム	
■ バイオマス利用実績:	1,860m <sup>3</sup> /年(丸太換算)
■ 熱エネルギー供給量	31,800GJ/年(推計)
■ 原油使用削減量	190kL(≒13,870千円)(約73円/L)
■ CO <sub>2</sub> 削減量	約515t-CO <sub>2</sub> /年(2.71t-CO <sub>2</sub> /kL)
■ イニシャルコスト:	740,000千円(NEDO委託事業)
■ ランニングコスト	
支出:原料(木材)収穫経費	9,950千円/年
チップ生産経費	8,128千円/年
保守点検維持経費	10,000千円/年
計	28,078千円/年
収入:間伐補助金等	6,916千円/年
原油使用削減費	13,870千円/年
計	20,786千円/年
収支差	▲7,292千円

### CO<sub>2</sub>発生量の削減費用

7,292千円/年 ÷ 515t-CO<sub>2</sub>/年 ≒ 14,160円/t-CO<sub>2</sub>(収支差)

((740,000千円 × 1.5 ÷ 20年) + 7,292千円/年) ÷ 515t-CO<sub>2</sub>/年

≒ 122,000円/t-CO<sub>2</sub>(減価償却含む(1.5倍/20年))

# 施設の導入効果(能代森林資源利用協同組合)

■ 設備:木質バイオマス焚きボイラによる発電及び蒸気供給システム	
■ バイオマス利用実績:	40,000t/年(平成15年度)
■ 熱エネルギー発生量(蒸気)	189,000t/年(平成15年度)
■ 熱エネルギー供給(販売)量(蒸気)	94,000t/年=251,920GJ/年(=6,630kL/年)
■ 発電量	15,972千kWh/年(平成15年度)=57,500GJ/年
■ 売電量	11,411千kWh/年(平成15年度)=41,080GJ/年
■ CO2削減量(熱供給)	約15,115t-CO2/年 (0.060t-CO2/GJ)
■ CO2削減量(発電)	約8,865t-CO2/年 (0.555t-CO2/kWh)
■ CO2削減量(合計)	約23,980t-CO2/年
■ イニシャルコスト:	1,443,120千円(国1/2, 県1/10, 市1億円)
■ ランニングコスト: 支出(計画):原料購入費	13,090千円/年
保守点検維持経費	47,040千円/年
人件費・一般管理費	64,260千円/年
	計 124,390千円/年
収入:蒸気販売(実績)	47,000千円/年(平成15年度, 500円/t)
売電 (実績)	85,583千円/年(平成15年度, 7.5円/kWh)
ボード原料販売(計画)	1,200千円/年
組合運営費(計画)	21,630千円/年
買電経費削減(実績)	34,208千円/年
	計 189,621千円/年
収支差	65,231千円/年

## ○CO2 発生量の削減費用

124,390千円/年÷23,980t-CO2/年≒5,187円/t-CO2 (維持管理費等支出)  
 ((1,443,120千円×1.5÷20年)+124,390千円/年)÷23,980t-CO2/年  
 ≒9,700円/t-CO2 (減価償却含む(1.5倍/20年))

出典:平成17年度バイオマス利活用優良表彰応募調書

社団法人日本プロジェクト産業協議会:「木質バイオマス発電の事業化に係るケーススタディ報告書」、2004.3、他

## 6. 経済性評価

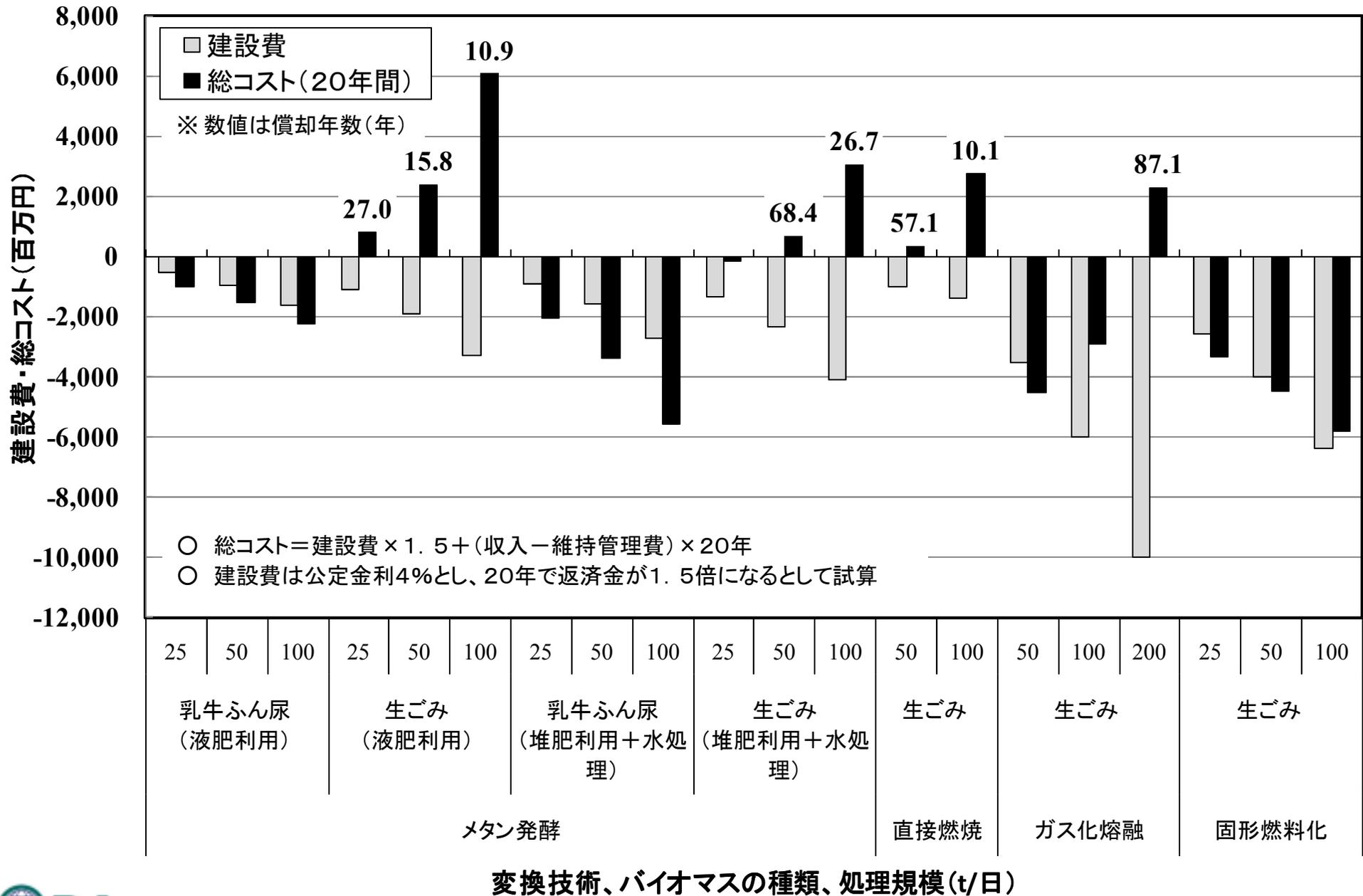
### ●イニシャル

- 廃棄物処理対策施設における熱生成と利用(相乗便益)
- 既存施設との共通化や転換活用、海外技術の導入等による低コスト化
- 熱利用(熱輸送)インフラの整備コスト(他インフラとの計画的な整備)

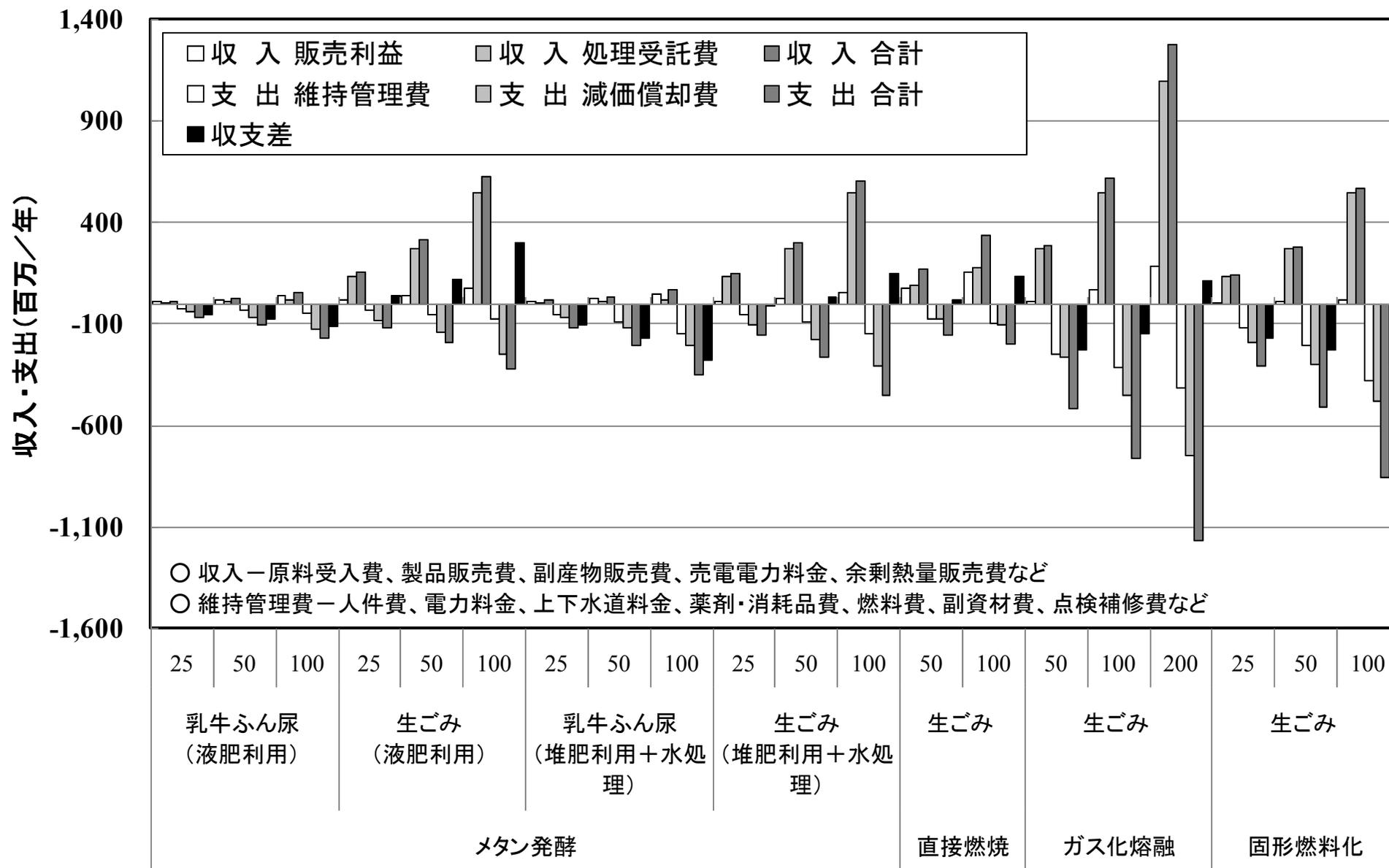
### ●ランニング

- 熱のカスケード利用
- 廃棄物処理、熱発生原料としての取引による収入(相乗便益)
- 残さの利用(販売による収入)
- 原料収集の広域化と融合化(輸送由来CO<sub>2</sub>を考慮)
- 熱エネルギーサービサイジング、ESCO、カーボンマネジメント等、新たな付加価値のあるビジネスモデルの導入

# バイオマス変換施設のコスト試算



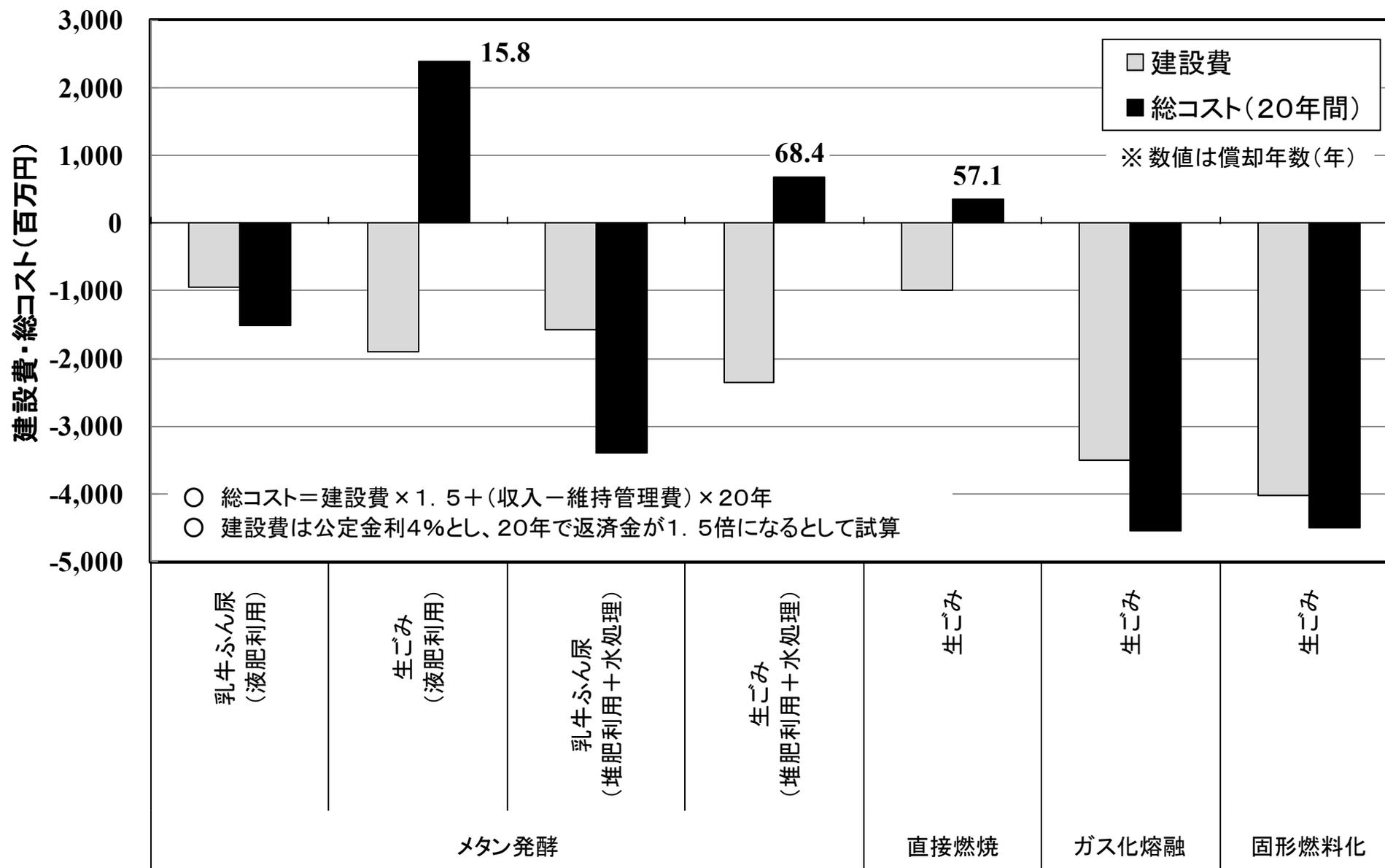
# バイオマス変換施設のコスト試算



変換技術、バイオマスの種類、処理規模 (t/日)

出典: 農村工学研究所「バイオマス利活用システムの設計と評価」、2006.3

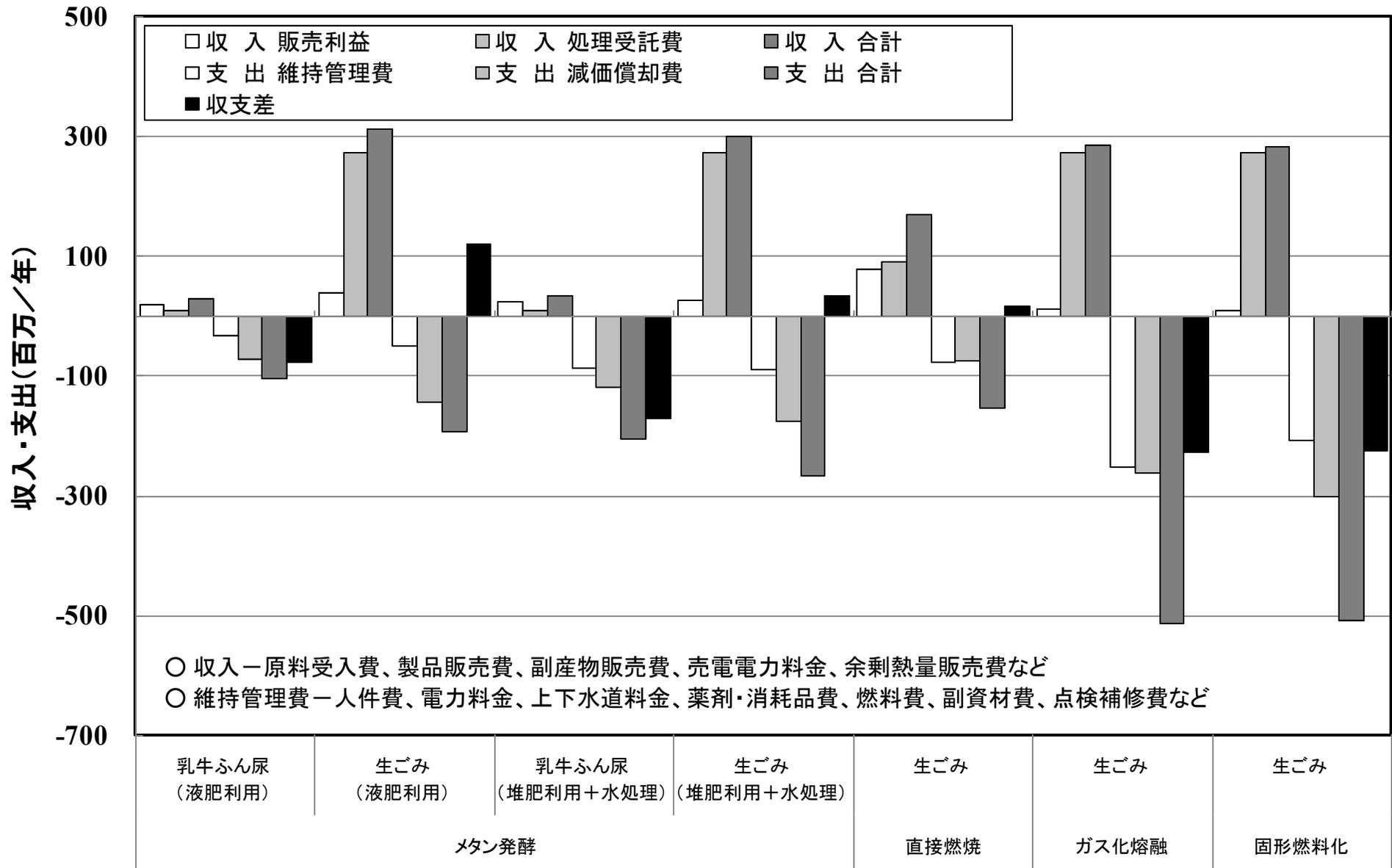
# バイオマス変換施設のコスト試算



変換技術、バイオマスの種類、処理規模(50t/日)

出典: 農村工学研究所「バイオマス利活用システムの設計と評価」、2006.3

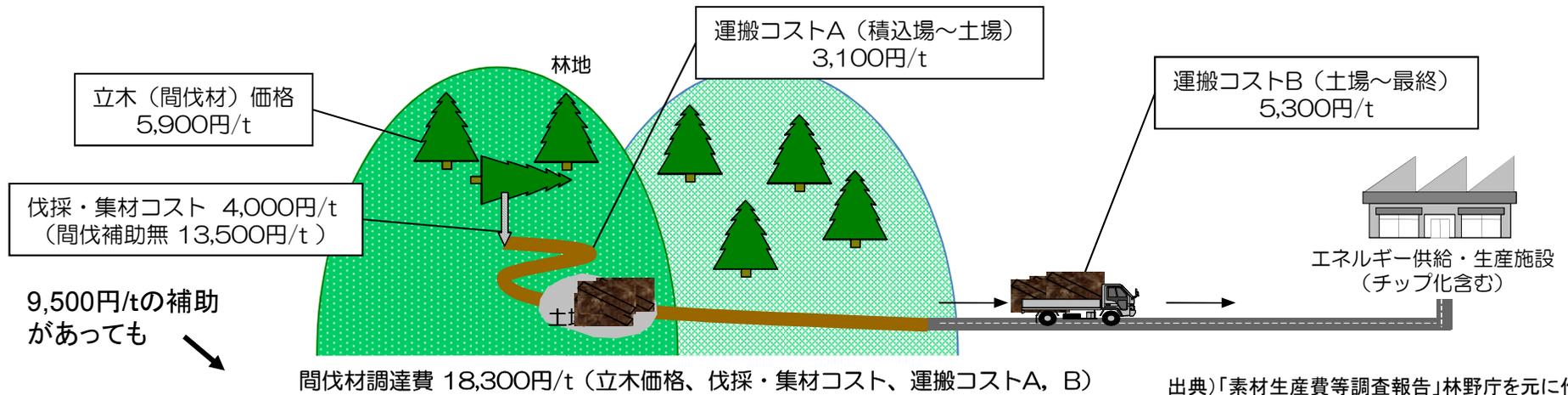
# バイオマス変換施設のコスト試算



変換技術、バイオマスの種類、処理規模(50t/日)

出典:農村工学研究所「バイオマス利活用システムの設計と評価」、2006.3

# 木質バイオマス利用の経済性の試算



(前提条件)

処理量	100t/d	500t/d
燃料発熱量 (LHV)	1,900kcal/kg	
運転日数	330日	
発電出力	1,700kW	10,300kW
送電出力	1,320kW	9,420kW
発電効率	18.5%	22.3%
建設費	1,300百万円	3,100百万円
運転経費等 (減価償却費除く)	277百万円/年	518百万円/年

注) 建設費には燃料貯留設備や燃料ヤードなどの付属設備も含む

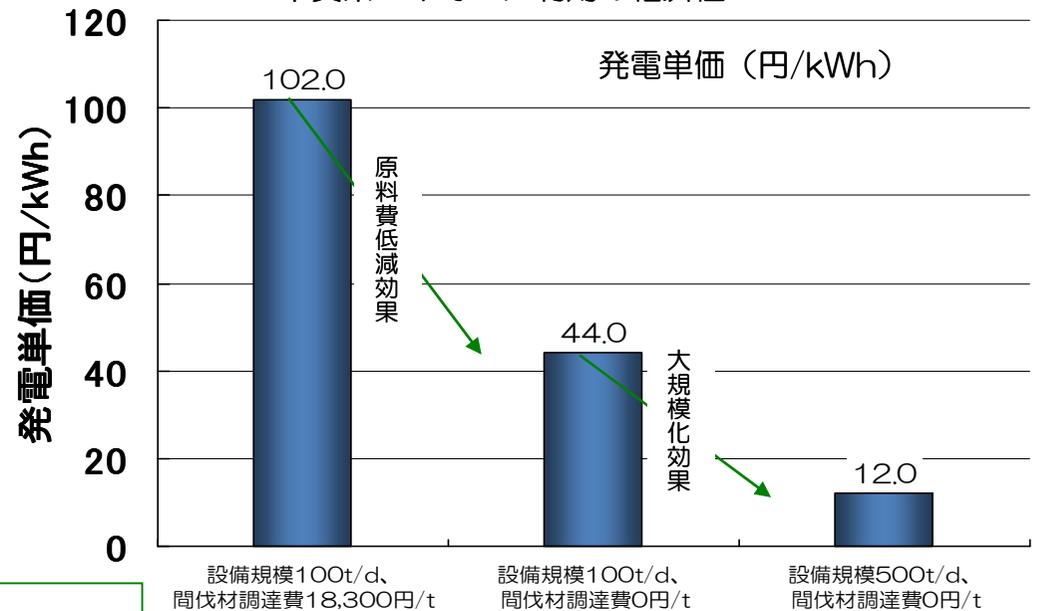
## <事業性悪化の原因>

- ①原料費・輸送費（集約コスト）が高い
- ②発電効率が低い（小規模のためエネルギー損失大）
- ③建設費が高い（スケールメリットが得にくい）

## <望まれる方策>

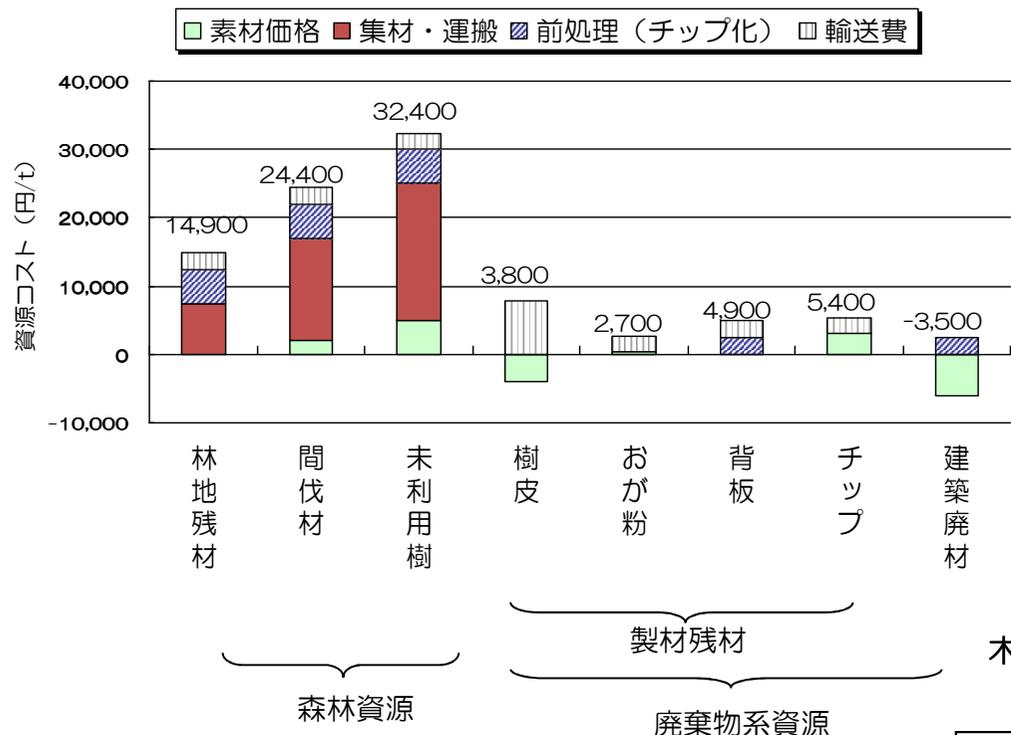
- ①各種制度整備、収集システム構築による原料費、集約・輸送費の低減
- ②プラントの大規模化や技術革新等による発電効率の向上や建設単価の低減
- ③施設設置等における政策支援

## 木質系バイオマス利用の経済性



# 木質系バイオマス資源の資源コスト

木質系バイオマスの資源コスト



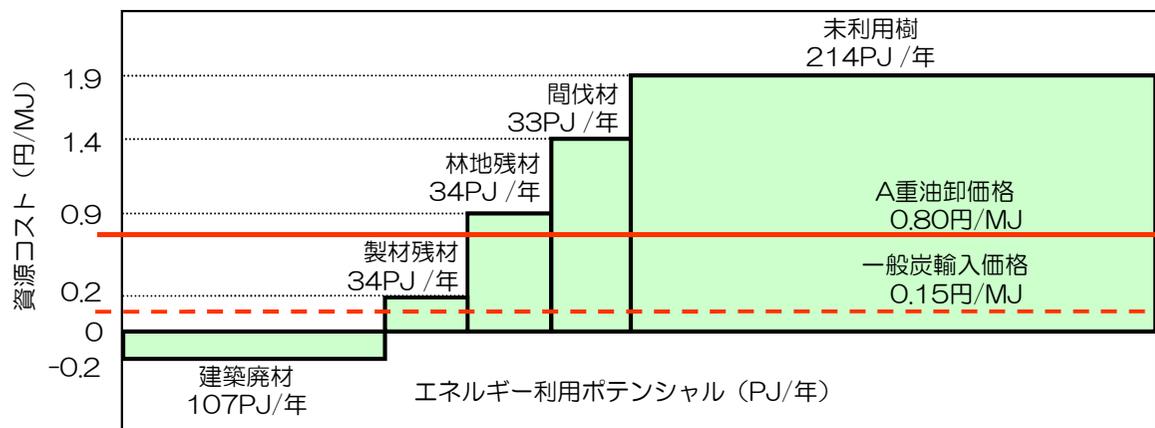
木質系バイオマスのうち、林地残材、間伐材、未利用樹等の森林資源は林地内の集材、運搬コストの影響により、資源コストが高い。

注) 輸送費は40kmの輸送を想定。建築廃材の素材価格は持込価格のため輸送費は0。

建築廃材、製材残材等の廃棄物系資源は、化石燃料との競合性を有す。  
 なお、建築廃材は資源コストがマイナス（逆有償）となっているが、利用の際には排ガス処理等のための設備費が増加する可能性がある。

木質系バイオマスのエネルギー利用ポテンシャル/資源コスト

PJ=ペタジュール (=10<sup>15</sup>J) 1PJ=2.6万kl (原油換算)



注) 製材残材の価格は加重平均値

出典) 「新エネルギー等導入基礎調査 バイオマスエネルギーの利用・普及政策に関する調査」(社)日本エネルギー学会、平成14年5月を元に作成

# 7. 規制緩和・強化要望

## ●規制緩和

- 都市ガスへのバイオガス(メタン・熱分解ガス)の接続・供給時の規制緩和

## ●規制強化

- 固定価格買取、RPS、エネルギー供給構造高度化法、グリーン熱証書等、電力事業で導入されている各種制度の熱利用への適用
- 熱利用の分類(原料、熱源の種類(蒸気、温水、温風、可燃性ガス等)、利用形態(給湯、加熱、プロセス加温、冷房、発電利用分の除外等))
- 環境税の導入

## ●支援措置等

- グリーン熱証書制度
- バイオマス熱利用施設への更新やの新規導入への補助の拡充
- バイオマス熱利用機器導入に対するエコポイント等のインセンティブ付与
- バイオガスの低コスト精製技術確立と運搬・配送システムの確立

## 8. 産業戦略(海外展開等)

- 集合住宅や地域単位の、バイオマス熱を含む熱供給システム(サーマルグリッド)の構築
- 熱供給事業者(蒸気、温水、バイオガス、ペレット・チップ・薪等)の創出と支援
- 熱インフラ(暖房、給湯、炊事等)整備が不十分な途上国等への、わが国のバイオマス熱利用技術や熱供給システムの導入によるエネルギー供給と環境対策(廃棄物管理、森林管理等)の支援

# ご参考頂ければ幸いです。



社団法人 日本有機資源協会 (JORA)

<http://www.jora.jp>

〒104-0033

東京都中央区新川2-6-16 馬事畜産会館401

Tel 03-3297-5618 / 050-3536-3833 (IP)

Fax 03-3297-5619

菅原 良 (すがわら りょう)

e-mail : sugawara@jora.jp

**JORA ( Japan Organic Recycling Association )**

**URL : [http://www.jora.jp/](http://www.jora.jp)**

**401 Bajichikusan-kaikan, 2-6-16 Shinkawa,**

**Chuo-ku, TOKYO 104-0033, JAPAN**

**TEL: +81-3-3297-5618 FAX: +81-3-3297-5619**

**Ryo SUGAWARA ( Senior Counselor )**

**e-mail : sugawara@jora.jp**

